

Rec'd FBI/PTO 10 JAN 2005

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-012159

**(43)Date of publication of application : 15.01.2002**

(51)Int.Cl.

B62D 6/00  
B62D 5/04  
// B62D101:00  
B62D113:00  
B62D119:00

**(21)Application number : 2000-195715**

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 29.06.2000

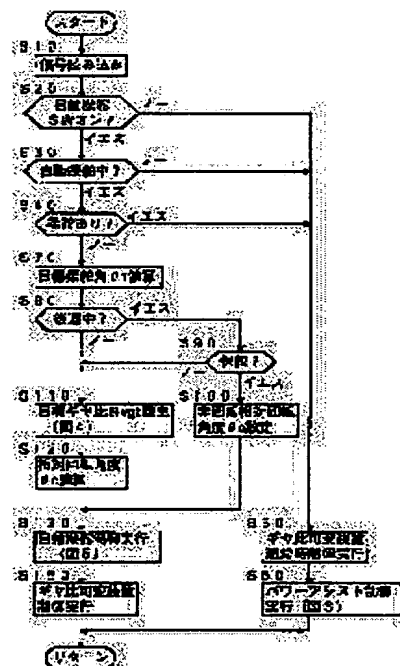
(72)Inventor : IWASAKI KATSUHIKO

**(54) AUTOMATIC STEERING DEVICE FOR VEHICLE**

**(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To give a driver information properly and surely on steering operation of steering wheels by automatic steering via a steering wheel.

**SOLUTION:** This automatic steering device for a vehicle has a gear ratio variable device 23 as a relationship variable means for changing the relationship between a turning angle of the steering wheel 14 and a variation of an actual steering angle of the dirigible road wheels, and automatically steers the dirigible road wheels by a power unit 28 so that the actual steering angle becomes the desired relationship to a target steering angle by setting the target steering angle of the dirigible road wheels, and controls the gear ratio variable device 23 so that the ratio of the variation of the actual steering angle to the turning angle of the steering wheel becomes the desired ratio at nonautomatic steering time, and controls the gear ratio variable device 23 so that the ratio of the turning angle of the steering wheel to the variation of the actual steering angle becomes the desired ratio at automatic steering time.



## LEGAL STATUS

**[Date of request for examination]**

**28.08.2002**

**[Date of sending the examiner's decision of rejection]**

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

**[Date of final disposal for application]**

**[Patent number]**

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The steering wheel steersman stage which steers a steering wheel, and a means to search for the real steering angle of said steering wheel, A means to set up the target steering angle of said steering wheel, and the first control means which carries out automatic steering of said steering wheel by said steering wheel steersman stage so that said real steering angle may become desired relation to said target steering angle, A related adjustable means for it to be infixed between a steering wheel and said steering wheel steersman stage, and to change the relation between angle of rotation of said steering wheel, and the variation of said real steering angle, In the autopilot for vehicles which has the second control means which controls said related adjustable means so that the ratio of the variation of said real steering angle to angle of rotation of said steering wheel turns into a ratio of the request at the time of non-automatic steering at the time of non-automatic steering Said second control means is an autopilot for vehicles characterized by controlling said related adjustable means so that the ratio of angle of rotation of said steering wheel to the variation of said real steering angle turns into a ratio of the request at the time of automatic steering at the time of automatic steering.

[Claim 2] Said second control means is an autopilot for vehicles according to claim 1 characterized by controlling said related adjustable means so that the ratio of angle of rotation of said steering wheel to the variation of said real steering angle becomes small as compared with a high vehicle speed region in a low vehicle speed region.

[Claim 3] When it has a means to detect steering actuation of said steering wheel by the operator and steering actuation of said steering wheel by the operator is detected during automatic steering Said first control means is an autopilot for vehicles according to claim 1 which stops automatic steering and is characterized by said second control means controlling said related adjustable means so that the ratio of the variation of said real steering angle to angle of rotation of said steering wheel turns into a ratio of the request at the time of non-automatic steering.

[Claim 4] The ratio [ as opposed to / when it has a means to detect \*\*\*\* actuation of said steering wheel by the operator and \*\*\*\* actuation of said steering wheel by the operator is detected during the automatic steering at the time of vehicle retreat / the variation of said real steering angle in said second control means ] of angle of rotation of said steering wheel is the autopilot for vehicles according to claim 1 characterized by controlling said related adjustable means to be substantially set to 0.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**


---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the power steering system of vehicles, such as an automobile, and relates to the autopilot which steers a steering wheel automatically in a detail further.

[0002]

[Description of the Prior Art] The autopilot of vehicles, such as an automobile, is known conventionally and, generally the autopilot has the steering wheel steersman stage which steers a steering wheel, a means to detect the real steering angle of a steering wheel, a means to calculate the target steering angle of a steering wheel based on the current position of a vehicle, and the target halt location of a vehicle, and the control means that steers a steering wheel by the steering wheel steersman stage with the target steering torque based on the deflection of a target steering angle and a real steering angle.

[0003] Moreover, it has gear ratio adjustable equipment between an upper steering shaft and a lower steering shaft, when the target steering angular velocity of automatic steering is under a reference value, gear ratio adjustable equipment is controlled so that the gear ratio of gear ratio adjustable equipment becomes fixed, and when the target steering angular velocity of automatic steering is beyond a reference value, the autopilot which controls gear ratio adjustable equipment so that a steering wheel does not rotate is also known as indicated by JP,8-26129,A as one of the autopilots.

[0004] Since according to the autopilot indicated by the above-mentioned open official report a revolution of a steering wheel is prevented when a steering wheel is steered comparatively rapidly by automatic steering, by steering a steering wheel comparatively rapidly by automatic steering, a steering wheel can rotate rapidly and a possibility that it may originate in this and harm may attain to an operator's finger etc. can be reduced.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the autopilot indicated by the above-mentioned open official report, since a steering wheel does not rotate at all when the target steering angular velocity of automatic steering is beyond a reference value, an operator cannot recognize the steering situation of the steering wheel by automatic steering by revolution of a steering wheel, therefore has the problem that it can judge whether an autopilot operates proper and is only by circular movement of a vehicle.

[0006] Moreover, it sets to the autopilot indicated by the above-mentioned open official report. As opposed to a steering wheel rotating at the rate according to the steering rate of the steering wheel by automatic steering, when the target steering angular velocity of automatic steering is under a reference value Since a steering wheel does not rotate at all when the target steering angular velocity of automatic steering is beyond a reference value In case the target steering angular velocity of automatic steering crosses a reference value and it changes, a revolution of a steering wheel does not stop suddenly, or it is not avoided that a steering wheel begins to rotate suddenly, therefore there is a problem that an operator senses sense of incongruity.

[0007] This invention has gear ratio adjustable equipment, and by whether the target steering angular velocity of automatic steering is beyond a reference value A revolution of a steering wheel, It is made in

view of the problem like \*\*\*\* in the conventional autopilot constituted so that nonrotation might be controlled. The main technical problems of this invention It is desirable that a steering wheel functions during automatic steering as a means to transmit suitably the information about steering actuation of the steering wheel by automatic steering to an operator, And it notes that it is desirable that it is different relation at the time of non-automatic steering as for the relation of the angle of rotation of a steering wheel and the variation of the steering angle of a steering wheel at the time of automatic steering. It is that the information about steering actuation of the steering wheel by automatic steering is made to be transmitted to an operator that it is proper and certainly through a steering wheel.

[0008]

[Means for Solving the Problem] The steering wheel steersman stage which steers the configuration of claim 1, i.e., a steering wheel, according to this invention in main above-mentioned technical problems, A means to search for the real steering angle of said steering wheel, and a means to set up the target steering angle of said steering wheel, The first control means which carries out automatic steering of said steering wheel by said steering wheel steersman stage so that said real steering angle may become desired relation to said target steering angle, A related adjustable means for it to be infixed between a steering wheel and said steering wheel steersman stage, and to change the relation between angle of rotation of said steering wheel, and the variation of said real steering angle, In the autopilot for vehicles which has the second control means which controls said related adjustable means so that the ratio of the variation of said real steering angle to angle of rotation of said steering wheel turns into a ratio of the request at the time of non-automatic steering at the time of non-automatic steering Said second control means is attained by the autopilot for vehicles characterized by controlling said related adjustable means so that the ratio of angle of rotation of said steering wheel to the variation of said real steering angle turns into a ratio of the request at the time of automatic steering at the time of automatic steering.

[0009] According to the configuration of above-mentioned claim 1, a related adjustable means to change the relation between angle of rotation of a steering wheel, and the variation of the real steering angle of a steering wheel It is controlled so that the ratio of the variation of the real steering angle of a steering wheel to angle of rotation of a steering wheel turns into a ratio of the request at the time of non-automatic steering at the time of non-automatic steering. Since it is controlled so that the ratio of angle of rotation of a steering wheel to the variation of the real steering angle of a steering wheel turns into a ratio of the request at the time of automatic steering at the time of automatic steering It compares, when it is the configuration that a revolution of a steering wheel is prevented at the time of automatic steering, or when the ratio of the variation of the real steering angle of a steering wheel to angle of rotation of a steering wheel is controlled at the time of automatic steering as well as the time of non-automatic steering. It becomes possible to make an operator recognize that it is proper and certainly the steering situation of the steering wheel by automatic steering by revolution of a steering wheel irrespective of the steering situation of the steering wheel by automatic steering.

[0010] Moreover, according to this invention, that main above-mentioned technical problems should be attained effectively, in the configuration of above-mentioned claim 1, said second control means is constituted so that the ratio of angle of rotation of said steering wheel to the variation of said real steering angle becomes small as compared with a high vehicle speed region in a low vehicle speed region and said related adjustable means may be controlled (configuration of claim 2).

[0011] Generally, since the steering angle of the steering wheel by automatic steering and the magnitude of steering angular velocity are so small that the vehicle speed is so greatly [ that the vehicle speed is low ] high, it is desirable that the relation between angle of rotation of a steering wheel and the variation of the steering angle of a steering wheel changes according to the vehicle speed at the time of automatic steering.

[0012] Since according to the configuration of claim 2 a related adjustable means is controlled so that the ratio of angle of rotation of a steering wheel to the variation of the real steering angle of a steering wheel becomes small as compared with a high vehicle speed region in a low vehicle speed region, it becomes possible to make an operator recognize that it is proper and certainly the steering situation of the steering wheel by automatic steering by revolution of a steering wheel, preventing that a steering

wheel rotates greatly rapidly in a low vehicle speed region.

[0013] Moreover, according to this invention, it sets in the configuration of above-mentioned claim 1 that main above-mentioned technical problems should be attained effectively. When it has a means to detect steering actuation of said steering wheel by the operator and steering actuation of said steering wheel by the operator is detected during automatic steering Said first control means stops automatic steering, and said second control means is constituted so that the ratio of the variation of said real steering angle to angle of rotation of said steering wheel turns into a ratio of the request at the time of non-automatic steering and said related adjustable means may be controlled (configuration of claim 3).

[0014] When steering actuation of the steering wheel by the operator is detected during automatic steering according to the configuration of claim 3 Since automatic steering is stopped, and a related adjustable means is controlled so that the ratio of the variation of the real steering angle of a steering wheel to angle of rotation of a steering wheel turns into a ratio of the request at the time of non-automatic steering It compares, when being controlled so that the ratio of angle of rotation of a steering wheel to the variation of a real steering angle turns into a ratio of the request at the time of automatic steering while an operator can carry out steering actuation with the usual steering sensation and automatic steering is stopped. It becomes possible to reduce a possibility that an operator may sense the sense of incongruity of steering.

[0015] Moreover, according to this invention, it sets in the configuration of above-mentioned claim 1 that main above-mentioned technical problems should be attained effectively. When it has a means to detect \*\*\*\* actuation of said steering wheel by the operator and \*\*\*\* actuation of said steering wheel by the operator is detected during the automatic steering at the time of vehicle retreat Said second control means is constituted so that the ratio of angle of rotation of said steering wheel to the variation of said real steering angle is substantially set to 0 and said related adjustable means may be controlled (configuration of claim 4).

[0016] When \*\*\*\* actuation of the steering wheel by the operator is detected during the automatic steering at the time of vehicle retreat according to the configuration of claim 4 Since a related adjustable means is controlled so that the ratio of angle of rotation of a steering wheel to the variation of the real steering angle of a steering wheel is substantially set to 0 After the operator has had a steering wheel single hand in the time of vehicle warehousing by automatic steering etc., when checking back by looking, [ like ] It becomes possible to continue automatic steering, without an operator's having a steering wheel again or an operator's arm forcing it a position with an operator impossible for also in the situation that it becomes impossible to follow a revolution of the steering wheel accompanying automatic steering more than it from the relation of the position.

[0017]

[The desirable mode of a technical-problem solution means] According to one desirable mode of this invention, in the configuration of above-mentioned claim 1, the ratio of the request at the time of automatic steering is constituted so that smaller than the inverse number of the ratio of the request at the time of non-automatic steering (desirable mode 1).

[0018] According to other one desirable mode of this invention, in the configuration of above-mentioned claim 1, the ratio of the request at the time of automatic steering is constituted so that it may change according to the vehicle speed at least (desirable mode 2).

[0019] According to other one desirable mode of this invention, it sets in the configuration of above-mentioned claim 1. A related adjustable means is formed in the upper steering shaft connected to the steering wheel, and a steering wheel between the lower steering shafts by which actuation connection was made. By rotating a lower steering shaft relatively to an upper steering shaft It is constituted so that the ratio of angle of rotation of a steering wheel to the ratio of the variation of the real steering angle of a steering wheel to angle of rotation of a steering wheel and the variation of the real steering angle of a steering wheel may be changed (desirable mode 3).

[0020] In the configuration of the desirable mode 3 other one desirable voice of this invention -- if it depends like -- the above -- Set desired value of the ratio of angle of rotation of a lower steering shaft to angle of rotation of the upper steering shaft by the related adjustable means to  $R_{vgt}$ , and angle of

rotation of a lower steering shaft is set to  $\theta_{aa}$ . By doing  $\theta_{aa}$  ( $1/R_{vgt}-1$ ) revolution of a lower steering shaft relatively to an upper steering shaft, a related adjustable means is constituted so that desired value  $R_{vgt}$  may be attained (desirable mode 4).

[0021] other one desirable voice of this invention -- if it depends like -- the above -- in the configuration of the desirable mode 3, using angle of rotation of a lower steering shaft as  $\theta_{aa}$ , by doing  $\theta_{aa}$  revolution of a lower steering shaft relatively to an upper steering shaft, a related adjustable means is constituted so that a revolution of a steering wheel may be set to 0 (desirable mode 5).

[0022] According to other one desirable mode of this invention, it sets in the configuration of above-mentioned claim 2. The second control means controls a related adjustable means so that the ratio of angle of rotation of a steering wheel to the variation of the real steering angle of a steering wheel becomes small as compared with an inside vehicle speed region in a low vehicle speed region. It is constituted so that the ratio of angle of rotation of a steering wheel to the variation of the real steering angle of a steering wheel becomes large as compared with an inside vehicle speed region in a high vehicle speed region and a related adjustable means may be controlled (desirable mode 6).

[0023] According to other one desirable mode of this invention, it sets in the configuration of above-mentioned claim 4. A related adjustable means is formed in the upper steering shaft connected to the steering wheel, and a steering wheel between the lower steering shafts by which actuation connection was made. By rotating a lower steering shaft relatively to an upper steering shaft It is constituted so that the ratio of angle of rotation of a steering wheel to the ratio of the variation of the real steering angle of a steering wheel to angle of rotation of a steering wheel and the variation of the real steering angle of a steering wheel may be changed. When \*\*\*\* actuation of the steering wheel by the operator is detected during the automatic steering at the time of vehicle retreat By controlling a related adjustable means to offset the relative revolution of the lower steering shaft to an upper steering shaft, the second control means It is constituted so that the ratio of angle of rotation of a steering wheel to the variation of the real steering angle of a steering wheel may be set to 0 (desirable mode 7).

[0024] According to other one desirable mode of this invention, in the configuration of above-mentioned claim 1, the first control means is constituted so that a steering wheel may be steered with a predetermined steering angular velocity by the steering wheel steersman stage (desirable mode 8).

[0025] other one desirable voice of this invention -- if it depends like -- the above -- in the configuration of the desirable mode 8, the first control means is constituted so that it may have a means detect the road surface condition which affects resistance between the steering wheels and road surfaces to steering, and the first steering angular-velocity modification means which changes a predetermined steering angular velocity according to the detected road surface condition (desirable mode 9).

[0026] other one desirable voice of this invention -- if it depends like -- the above -- in the configuration of the desirable mode 8, the first control means is constituted so that it may have a means detect the vehicle condition which affects resistance between the steering wheels and road surfaces to steering, and the second steering angular-velocity modification means which changes a predetermined steering angular velocity according to the detected vehicle condition (desirable mode 10).

[0027] other one desirable voice of this invention -- if it depends like -- the above -- in the desirable mode 8 thru/or which configuration of 10, when the real steering angle of a steering wheel becomes desired relation to a target steering angle, the first control means is constituted so that a predetermined steering angular velocity may be set as 0 (desirable mode 11).

[0028]

[Embodiment of the Invention] This invention is explained to a detail about a desirable operation gestalt, referring to drawing of attachment in the following.

[0029] Drawing 1 is the outline block diagram showing one desirable operation gestalt of the autopilot for vehicles by this invention applied to the vehicle equipped with electromotive power-steering equipment.

[0030] In drawing 1, 10floor line and 10FR show the front wheel of right and left of a vehicle 12, respectively, and 10RL and 10RR(s) show the rear wheel of right and left of a vehicle, respectively. Front-wheel 10floor line and 10FR on either side which are a steering wheel are steered through the rack

bar 18 and tie rods 20L and 20R by the electromotive power-steering equipment 16 of rack - which answers actuation of the steering wheel 14 by the operator, and is driven, and - pinion mold.

[0031] Actuation connection of the steering wheel 14 is made by upper steering shaft 22A and lower steering shaft 22B in the steering gearbox 24, and gear ratio adjustable equipment 23 is infixed between upper steering shaft 22A and lower steering shaft 22B. Actuation connection of the power unit 28 is made by the gear-reducer style 26 at lower steering shaft 22B, and the power unit 28 has the electromagnetic clutch 32 which makes actuation connection of an electric motor 30, and the gear-reducer style 26 and a motor 30 selectively.

[0032] In this way, rack - and the electromotive power-steering equipment 16 of - pinion mold, the gear-reducer style 26, and power-unit 28 grade constitute the steering wheel steersman stage which steers a front wheel on either side at the time of automatic steering while constituting the steering assistant device in which have two incomes mutually and steering of front-wheel 10floor line on either side and 10FR is assisted.

[0033] Moreover, although not shown in drawing, gear ratio adjustable equipment 23 is the thing of a general configuration of that the electric motor which carries out revolution actuation of the lower steering shaft 22B relatively to upper steering shaft 22A is included. Although the ratio of angle of rotation of lower steering shaft 22B to angle of rotation of upper steering shaft 22A is maintained to 1:1 when an electric motor does not drive When an electric motor drives, lower steering shaft 22B is relatively rotated to upper steering shaft 22A. This changes the ratio of angle of rotation of two steering shafts into arbitration, and it functions as a related adjustable means to change the relation between the variation of the steering angle of front-wheel 10floor line of angle of rotation of a steering wheel 14, and right and left, and 10FR to arbitration.

[0034] In the operation gestalt of a graphic display, the torque sensor 36 which detects the steering angle sensor 34 and the steering torque T which detect angle of rotation of this upper steering shaft as steering angle  $\theta$  is formed in upper steering shaft 22A, the steering angle sensor 37 which detects angle of rotation of this lower steering shaft as real steering angle  $\theta_a$  of a left forward right ring is formed in lower steering shaft 22B, and the output of these sensors is supplied to an electronic control 38.

[0035] moreover -- an electronic control -- 38 -- \*\*\*\* -- a speed sensor -- 40 -- detecting -- having had -- the vehicle speed -- V -- being shown -- a signal -- coefficient of friction -- a sensor -- 42 -- a road surface -- coefficient of friction --  $\mu$  -- being shown -- a signal -- and -- automatic steering -- a switch - (- SW -) -- 44 -- this -- a switch -- an ON state -- it is -- a \*\*\*\*\* -- being shown -- a signal -- a shift - a position -- (- SP -) -- a sensor -- 46 -- drawing -- \*\*\*\* -- being shown -- having -- \*\*\*\* -- an automatic transmission -- a shift -- a position -- be shown -- a signal -- inputting -- having -- coming -- \*\*\*\* -- .

[0036] In addition, although not shown in a detail at drawing 1 , an electronic control 38 has a central-process unit (CPU), a read-only memory (ROM), random access memory (RAM), and input/output port equipment, and may consist of a microcomputer to which these were mutually connected by the common bus of bidirection, and an actuation circuit. Moreover, the steering angle sensors 34 and 37 and a torque sensor 36 detect steering angle  $\theta$ ,  $\theta_a$ , and the steering torque T by making forward the case of steering to the anticlockwise rotation direction of a vehicle, respectively. Furthermore, the coefficient-of-friction sensor 42 may detect the coefficient of friction  $\mu$  between the tire of a steering wheel, and a road surface in the way of well-known arbitration in this technical field.

[0037] Like the after-mentioned, an electronic control 38 functions as the first control means which carries out automatic steering of the steering wheel by power-unit 28 grade so that the real steering angle of a steering wheel may turn into a target steering angle. Moreover, an electronic control 38 functions as the second control means which controls gear ratio adjustable equipment 23 so that the ratio of angle of rotation of a steering wheel 14 to the variation of a real steering angle turns into a ratio of the request at the time of automatic steering at the time of automatic steering while controlling gear ratio adjustable equipment 23 so that the ratio of the variation of a real steering angle to angle of rotation of a steering wheel 14 turns into a ratio of the request at the time of non-automatic steering at the time of non-automatic steering.

[0038] In this case, according to the vehicle speed  $V$  and steering angle  $\theta$ , adjustable setting out of the ratio of a request of the variation of a real steering angle to angle of rotation of the steering wheel 14 at the time of non-automatic steering is carried out. According to the vehicle speed  $V$ , adjustable setting out of the ratio of the request of angle of rotation of a steering wheel 14 to the variation of the real steering angle at the time of automatic steering is carried out. The ratio of the request of angle of rotation of a steering wheel 14 to the variation of the real steering angle at the time of automatic steering is controlled smaller than the inverse number of the ratio of a request of the variation of a real steering angle to angle of rotation of the steering wheel 14 at the time of non-automatic steering.

[0039] Moreover, the ratio of angle of rotation of a steering wheel 14 to the variation of the real steering angle at the time of automatic steering In a low vehicle speed region, as compared with an inside vehicle speed region, it is small and is controlled to become large as compared with an inside vehicle speed region in a high vehicle speed region. Moreover, it is controlled to become so small that the vehicle speed be low in a low vehicle speed region, and is controlled to become so large that the vehicle speed be high in a high vehicle speed region. While it is prevented that a steering wheel 14 rotates greatly rapidly in a low vehicle speed region by this, in a high vehicle speed region, an operator can grasp the steering situation by automatic steering exactly by revolution of a steering wheel 14.

[0040] Moreover, when steering actuation of the operator under automatic steering is detected and steering actuation of the steering wheel 14 by the operator is detected during automatic steering, an electronic control 38 stops automatic steering, and it controls gear ratio adjustable equipment 23 so that the ratio of the variation of the real steering angle of a steering wheel to angle of rotation of a steering wheel 14 turns into a ratio of the request at the time of non-automatic steering.

[0041] Furthermore, when \*\*\*\* actuation of the steering wheel 14 by the operator is detected and \*\*\*\* actuation of the steering wheel 14 by the operator is detected during the automatic steering at the time of vehicle retreat, an electronic control 38 controls gear ratio adjustable equipment 23 so that the ratio of angle of rotation of a steering wheel to the variation of the real steering angle of a steering wheel is set to 0.

[0042] For example, if the equivalence gear ratio by steering gearbox 24 grade, i.e., the ratio of the variation of the steering angle of a steering wheel to angle of rotation of lower steering shaft 22B, is set to  $R_{sg}$  (fixed), the ratio of angle of rotation of lower steering shaft 22B to the gear ratio of gear ratio adjustable equipment 23, i.e., angle of rotation of upper steering shaft 22A, is set to  $R_{vg}$  (adjustable) and angle of rotation of a steering wheel 14 and variation of the real steering angle of a steering wheel are set to  $\theta_{sw}$  and  $\theta_{fw}$ , respectively, each following formula will be materialized.

[0043]  $\theta_{sw} = \theta_{fw} \cdot R_{vg} \cdot R_{sg}$  [0044] Therefore, the ratio of variation  $\theta_{fw}$  of the real steering angle of a steering wheel to angle-of-rotation  $\theta_{sw}$  of a steering wheel 14 is  $R_{sg}R_{vg}$ , the number of the ratios of angle-of-rotation  $\theta_{sw}$  of a steering wheel 14 to variation  $\theta_{fw}$  of the real steering angle of a steering wheel is one ( $R_{sg}R_{vg}$ ), and all change according to the gear ratio  $R_{vg}$  of gear ratio adjustable equipment 23.

[0045] Therefore, when the ratio of a request of variation  $\theta_{fw}$  of the real steering angle of a steering wheel to angle-of-rotation  $\theta_{sw}$  of the steering wheel 14 at the time of non-automatic steering is set to  $R_1$  (about 1/20 value) and target gear ratio of the gear ratio adjustable equipment 23 corresponding to this is set to  $R_{vgt}$ , the desired ratio  $R_1$  is expressed by the following formula 1. When the ratio of a request of angle-of-rotation  $\theta_{sw}$  of a steering wheel 14 to variation  $\theta_{fw}$  of the real steering angle of the steering wheel at the time of automatic steering is similarly set to  $R_2$  and target gear ratio of the gear ratio adjustable equipment 23 corresponding to this is set to  $R_{vgt}$ , the desired ratio  $R_2$  is expressed by the following formula 2.

$$R_1 = R_{sg}R_{vgt} \quad \dots (1)$$

$$R_2 = 1/(R_{sg}R_{vgt}) \quad \dots (2)$$

[0046] When [ set whenever / controlled-variable / of the gear ratio adjustable equipment 23 for attaining target gear ratio  $R_{vgt}$  / , i.e., angular strain of lower steering shaft 22B to upper steering shaft 22A, / to  $\theta_{ac}$ , and ] angle-of-rotation  $\theta_{swt}$  (=  $\theta_{ast}$ ) of a steering wheel 14,  $\theta_{ac}$  is expressed by the following formula 3 whenever [ angular strain ].



$\text{thetac} = \text{thetaa} / \text{Rvgt} - \text{thetaa} = \text{thetaa} (1 / \text{Rvgt} - 1) \dots (3)$

[0047] For example, supposing Rsg is 1/20 and the ratio R2 of a request of angle-of-rotation  $\text{thetasw}$  of a steering wheel 14 to variation  $\text{thetafw}$  of the real steering angle of a steering wheel is 2, angle-of-rotation  $\text{thetaa}$  of lower steering shaft 22B in case variation  $\text{thetafw}$  of the real steering angle of a steering wheel is 5 degrees is 100 degrees, and angle-of-rotation  $\text{thetasw}$  (=  $\text{thetas}$ ) of a steering wheel 14 is 10 degrees. Therefore, target gear ratio  $\text{Rvgt}(s)$  of the gear ratio adjustable equipment 23 in this case are  $100 / 10 = 10$ , and whenever [ angular strain ],  $\text{thetac}$  is  $100(1 / 10 - 1) = -90$  degree, and if lower steering shaft 22 degrees [ -90 degrees ] B is rotated to upper steering shaft 22A with gear ratio adjustable equipment 23, it can attain the desired ratio R2.

[0048] moreover, in order to set angle-of-rotation  $\text{thetasw}$  of a steering wheel 14 to 0 regardless of variation  $\text{thetafw}$  of the real steering angle of the steering wheel by automatic steering That angle-of-rotation  $\text{thetaa}$  of lower steering shaft 22B by automatic steering should just be made not to be transmitted to upper steering shaft 22A through gear ratio adjustable equipment 23 Therefore, if  $\text{thetac}$  is set as the same value as angle-of-rotation  $\text{thetaa}$  whenever [ angular strain ], a revolution of a steering wheel 14 can be prevented regardless of variation  $\text{thetafw}$  of the real steering angle of the steering wheel by automatic steering.

[0049] In addition, the detection of steering actuation of a steering wheel 14 or \*\*\*\* actuation by the operator under automatic steering itself does not make the summary of this invention, and steering actuation and \*\*\*\* actuation may be judged in the way of well-known arbitration in this technical field based on the deflection of the real steering angle of a steering wheel, the target steering angle of a steering wheel, and a real steering angle, the steering torque by automatic steering, detection steering torque, steering angular velocity, etc.

[0050] Next, with reference to the flow chart shown in drawing 2, the automatic steering control in the operation gestalt of a graphic display is explained. In addition, closing of the ignition switch which is not shown in drawing begins, and control by the flow chart shown in drawing 2 is repeatedly performed for every predetermined time amount.

[0051] When reading of the signal which shows steering angle  $\text{thetas}$  in step 10 first is performed, distinction of whether the automatic steering switch 44 is in an ON state in step 20 is performed and negative distinction is performed, it progresses to step 50, and when affirmation distinction is performed, it progresses to step 30. In addition, a clutch is connected by outputting a control signal to an electromagnetic clutch 32 in advance of step 10 at the time of initiation of control.

[0052] When distinction of whether to be during automatic steering is performed in step 30 and negative distinction is performed, it progresses to step 50, and when affirmation distinction is performed, it progresses to step 40.

[0053] When distinction of whether there was any steering actuation of the steering wheel by the operator in step 40, i.e., distinction of whether steering of the increase of the end or steering of return [ cut ] was performed by the operator to steering of the left forward right ring by automatic steering, is performed and negative distinction is performed, it progresses to step 70, and when affirmation distinction is performed, it progresses to step 50.

[0054] In step 50, control at the time of usual [ of gear ratio adjustable equipment 23 ] (at the time of non-automatic steering) is performed. That is, gear ratio adjustable equipment 23 is controlled so that the ratio of variation  $\text{thetafw}$  of the steering angle of front-wheel 10 floor line of the right and left to angle-of-rotation  $\text{thetasw}$  of a steering wheel 14 and 10FR turns into the ratio R1 of the request at the time of non-automatic steering. In this case, according to the vehicle speed V and the magnitude of steering angle  $\text{thetas}$ , adjustable control of the desired ratio R1 is carried out so that it may become large gradually, as it becomes small gradually along with buildup of the vehicle speed V and the magnitude of steering angle  $\text{thetas}$  becomes large across the predetermined range from a neutral location.

[0055] By performing power assistant control according to the power assistant control routine shown in drawing 3 in step 60, steering by the operator is assisted and it returns to step 10 after an appropriate time.

[0056] Target steering angle  $\text{thetat}$  calculates as in the \*\*\*\* parking exchange equipment indicated by

for example, the Japanese-Patent-Application-No. No. 293159 [ ten to ] description before the application disclosure concerning application of an applicant for this patent, and the drawing in step 70. in addition, the operation of target steering angle  $\theta_{tat}$  itself -- the summary of this invention -- it is not a thing and target steering angle  $\theta_{tat}$  may be calculated in the way of well-known arbitration in this technical field according to the object of automatic steering.

[0057] When distinction of whether a vehicle is retreating based on the signal from the shift position sensor 46 in step 80, i.e., distinction of whether the shift position of an automatic transmission is in R range, is performed and negative distinction is performed, it progresses to step 110, and when affirmation distinction is performed, it progresses to step 90.

[0058] In the situation that steering of the steering wheel by automatic steering is performed in step 90, by the operator \*\*\*\* actuation of a steering wheel 14, Namely, distinction of whether actuation which prevents a revolution of the steering wheel 14 accompanying automatic steering is performed is performed. So that it progresses to step 120 when negative distinction is performed, and a steering wheel 14 may not rotate, even if automatic steering is continued in step 100, when affirmation distinction is performed  $\theta_{tac}$  is set as the same value as angle-of-rotation  $\theta_{taa}$  of lower steering shaft 22B by automatic steering whenever [ angular strain / of gear ratio adjustable equipment 23 ] like the above-mentioned.

[0059]  $\theta_{tac}$  calculates whenever [ angular strain / of the gear ratio adjustable equipment 23 for attaining target gear ratio  $R_{tgt}$  like the above-mentioned according to the above-mentioned formula 3 from the map corresponding to the graph shown in drawing 4 based on the vehicle speed  $V$  in step 110, target gear ratio  $R_{tgt}$  of gear ratio adjustable equipment 23 calculating, and using angle of rotation of lower steering shaft 22B by automatic steering as  $\theta_{taa}$  in step 120 ].

[0060] In this case, it calculates so that drawing 4 may show, and target gear ratio  $R_{tgt}$  may become so large that the vehicle speed  $V$  is [ in / as compared with an inside vehicle speed region, it calculates so that it may become / in / it is small and / a high vehicle speed region / large as compared with an inside vehicle speed region, and / any of a low vehicle speed region and a high vehicle speed region ] high in a low vehicle speed region.

[0061] Automatic steering control is performed according to the automatic steering control routine shown in drawing 5 in step 130, gear ratio adjustable equipment 23 is controlled to be set to  $\theta_{tac}$  whenever [ angular strain / to which whenever / angular strain / of gear ratio adjustable equipment 23 / was set / in / step 150 / in step 100 or 120 ], and it returns to step 10 after an appropriate time.

[0062] Next, the power assistant control routine performed in the above-mentioned step 60 with reference to drawing 3 is explained.

[0063] The amount  $T_{ab}$  of basic assistance calculates from the map corresponding to the graph first shown in drawing 6 based on the steering torque  $T$  in step 62. The vehicle speed multiplier  $K_v$  calculates from the map corresponding to the graph shown in drawing 7 based on the vehicle speed  $V$  in step 64. In step 66, the assistant torque  $T_a$  calculates as a product of the vehicle speed multiplier  $K_v$  and the amount  $T_{ab}$  of basic assistance. In step 68, the control signal corresponding to the assistant torque  $T_a$  is outputted to a motor 30, and the power assistance which mitigates a control force required for an operator by this is performed.

[0064] Next, the automatic steering control routine performed in the above-mentioned step 130 with reference to drawing 5 is explained.

[0065] In step 132, steering angle deflection  $\Delta\theta$  calculates about lower steering shaft 22B according to the following formula 4 as deflection of target steering angle  $\theta_{tat}$  of a left forward right ring, and real steering angle  $\theta_{taa}$ .  

$$\Delta\theta = \theta_{tat} - \theta_{taa} \dots (4)$$

[0066] Target steering angular-velocity  $\theta_{tavt}$  as a predetermined steering angular velocity calculates from the map which the map corresponding to the graph shown in drawing 8 based on the coefficient of friction  $\mu$  of a road surface in step 134 was chosen, and was chosen in step 134 based on steering angle deflection  $\Delta\theta$  in step 136. In addition, in step 134, a map is chosen so that the coefficient of friction  $\mu$  of a road surface is low as shown in drawing 8, and the magnitude of target steering

angular-velocity  $\theta_{\text{tavt}}$  may become small gradually.

[0067] Moreover, the magnitude of steering angle deflection  $\Delta\theta$  is regularity (maximum target steering angular-velocity  $\theta_{\text{avtm}}$ ) in the range beyond a reference value  $\Delta\theta_0$ , target steering angular-velocity  $\theta_{\text{tavt}}$  is so small that the magnitude of steering angle deflection  $\Delta\theta$  is small in the range where the magnitude of steering angle deflection  $\Delta\theta$  is smaller than a reference value  $\Delta\theta_0$ , and when steering angle deflection  $\Delta\theta$  is 0, it is set up so that it may be 0, as shown in drawing 8.

[0068] Based on the vehicle speed  $V$ , target steering angular-velocity  $\theta_{\text{tavt}}$  is amended so that the vehicle speed  $V$  is high in step 138 and magnitude may become small. In step 140, real steering angular-velocity  $\theta_{\text{tav}}$  calculates as a time amount differential value of real steering angle  $\theta_{\text{ta}}$ , and the steering angular-velocity deflection  $\Delta\theta_{\text{tav}}$  calculates according to the following formula 5 in step 142 as deflection of target steering angular-velocity  $\theta_{\text{tavt}}$  and real steering angular-velocity  $\theta_{\text{tav}}$ .  
 $\Delta\theta_{\text{tav}} = \theta_{\text{tavt}} - \theta_{\text{tav}} \dots (5)$

[0069] The target steering torque  $T_s$  for setting this steering angular-velocity deflection to 0 based on the steering angular-velocity deflection  $\Delta\theta_{\text{tav}}$  in step 144 calculates. The target motorised current  $I_{\text{mt}}$  required to generate the steering torque corresponding to this target steering torque based on the target steering torque  $T_s$  in step 146 calculates. The actuation current corresponding to this target motorised current is outputted to a motor 30, automatic steering is performed by this, and it progresses to step 150 after an appropriate time.

[0070] In this way, according to the operation gestalt of a graphic display, at the time of non-automatic steering, negative distinction is performed in step 20 or 30, gear ratio adjustable equipment 23 is controlled so that the ratio of variation  $\theta_{\text{tafw}}$  of the steering angle of front-wheel 10 floor line of the right and left to angle-of-rotation  $\theta_{\text{tasw}}$  of a steering wheel 14 and 10FR turns into the ratio  $R_1$  of the request at the time of non-automatic steering in step 50, and power assistant control is performed in step 60.

[0071] On the other hand, at the time of automatic steering, affirmation distinction is performed in steps 20 and 30. When positive steering actuation of an operator is not performed but a vehicle is in an advance condition, negative distinction is performed in steps 40 and 80. According to the vehicle speed  $V$ , target gear ratio  $R_{\text{vgt}}$  of gear ratio adjustable equipment 23 calculates in step 110.  $\theta_{\text{tac}}$  calculates whenever [ angular strain / of the gear ratio adjustable equipment 23 for attaining target gear ratio  $R_{\text{vgt}}$  in step 120 ]. Automatic steering control is performed so that the real steering angle of a left forward right ring may turn into a target steering angle in step 130. Gear ratio adjustable equipment 23 is controlled to be set to  $\theta_{\text{tac}}$  whenever [ angular strain / to which whenever / angular strain / of gear ratio adjustable equipment 23 / was set / in / step 150 / in 120 ]. Thereby, the ratio of angle-of-rotation  $\theta_{\text{tasw}}$  of a steering wheel 14 to variation  $\theta_{\text{tafw}}$  of the real steering angle of a steering wheel is controlled by the ratio  $R_2$  of the request at the time of automatic steering.

[0072] Moreover, when distinction of whether affirmation distinction is performed in step 80 and \*\*\*\* actuation by the operator is performed in step 90, while a vehicle is retreating, even if it is during automatic steering is performed and \*\*\*\* actuation by the operator is not performed, the above-mentioned steps 110-150 are performed like the time of advance of a vehicle.

[0073] According to the operation gestalt of a graphic display, therefore, by controlling gear ratio adjustable equipment 23 common in any [ at the time of non-automatic steering and automatic steering ] case At the time of non-automatic steering, the ratio of variation  $\theta_{\text{tafw}}$  of the steering angle of front-wheel 10 floor line of the right and left to angle-of-rotation  $\theta_{\text{tasw}}$  of a steering wheel 14 and 10FR is controlled to the ratio  $R_1$  of the request at the time of non-automatic steering. At the time of automatic steering, the ratio of angle-of-rotation  $\theta_{\text{tasw}}$  of a steering wheel 14 to variation  $\theta_{\text{tafw}}$  of the real steering angle of a steering wheel is controllable to the ratio  $R_2$  of the request at the time of automatic steering. The steering situation of the steering wheel by automatic steering can be made to recognize that it is proper and certainly by revolution of a steering wheel 14 at the time of automatic steering.

[0074] On the other hand, if \*\*\*\* actuation by the operator is performed during the automatic steering at the time of retreat of a vehicle After affirmation distinction is performed in step 90 and  $\theta_{\text{tac}}$  is set as

the same value as angle-of-rotation  $\theta_{aa}$  of lower steering shaft 22B by automatic steering whenever [ angular strain / of gear ratio adjustable equipment 23 ] in step 100, steps 130 and 150 are performed. It is controlled so that a steering wheel 14 does not rotate, even if automatic steering is continued by this. [0075] Therefore, also when it seems that it became impossible for an operator's arm to follow a revolution of the steering wheel 14 by automatic steering from constraint of the position by an operator doing a back check by looking at the time of the automatic steering for vehicle warehousing or parking according to the operation gestalt of a graphic display, when an operator's arm is moved by revolution of a steering wheel, it has been strong enough in the position with an operator impossible for, and required automatic steering can be continued, without an operator having a steering wheel again.

[0076] Furthermore, by performing affirmation distinction in step 40, and not performing steps 70-150, but performing steps 50 and 60, if steering actuation is performed by the operator during automatic steering Automatic steering is stopped, and while gear ratio adjustable equipment 23 is controlled so that the ratio of variation  $\theta_{afw}$  of the steering angle of front-wheel 10floor line of the right and left to angle-of-rotation  $\theta_{asw}$  of a steering wheel 14 and 10FR turns into the ratio R1 of the request at the time of non-automatic steering, power assistant control is performed.

[0077] Therefore, according to the operation gestalt of a graphic display, it can prevent certainly that an operator senses the sense of incongruity produced when an operator can perform operation of a vehicle with the usual steering sensation, steering actuation is performed by the operator during automatic steering and the ratio of angle-of-rotation  $\theta_{asw}$  of a steering wheel 14 to variation  $\theta_{afw}$  of the real steering angle of a steering wheel is controlled by the ratio R2 of the request at the time of automatic steering.

[0078] According to the operation gestalt of a graphic display, target gear ratio  $R_{vgt}$  is small especially as compared with an inside vehicle speed region in a low vehicle speed region. Since it calculates so that it may become large as compared with an inside vehicle speed region in a high vehicle speed region, and it calculates so that it may become so large that the vehicle speed  $V$  is high also in any of a low vehicle speed region and a high vehicle speed region It can prevent that the variation of the steering angle of the steering wheel by automatic steering makes small the ratio of angle of rotation of a steering wheel to the variation of the steering angle of a steering wheel in a large low vehicle speed region, and a steering wheel 14 rotates greatly rapidly by automatic steering. The variation of the steering angle of the steering wheel by automatic steering can enlarge the ratio of angle of rotation of a steering wheel to the variation of the steering angle of a steering wheel in a small high vehicle speed region, and can make an operator recognize certainly the steering situation of the steering wheel by automatic steering by revolution of a steering wheel.

[0079] Moreover, according to the operation gestalt of a graphic display, during automatic steering, target steering angle  $\theta_{tat}$  calculates in step 70. In step 132, deflection  $\Delta\theta$  of target steering angle  $\theta_{tat}$  and real steering angle  $\theta_{aa}$  calculates. In steps 134-136 Steering angle deflection  $\Delta\theta$ , the coefficient of friction  $\mu$  of a road surface Optimal target steering angular-velocity  $\theta_{tavt}$  for setting steering angle deflection  $\Delta\theta$  to 0 according to the vehicle speed  $V$  calculates. Real steering angle  $\theta_{aa}$  is controlled by target steering angle  $\theta_{tat}$  by steering front-wheel 10floor line and 10FR on either side in steps 138-146 with the steering angular velocity corresponding to target steering angular-velocity  $\theta_{tavt}$ .

[0080] Therefore, according to the operation gestalt of a graphic display, target steering angular-velocity  $\theta_{tavt}$  is set up according to steering angle deflection  $\Delta\theta$ . Since front-wheel 10floor line and 10FR on either side are surely steered with a predetermined steering angular velocity corresponding to target steering angular-velocity  $\theta_{tavt}$  unless steering angle deflection  $\Delta\theta$  is 0 Without steering angular velocity's becoming superfluous regardless of resistance between the front-wheel tires on either side and road surfaces to steering, or running short superfluously, a left forward right ring can be steered at a proper steering rate, and those real steering angles can be controlled on a target steering square.

[0081] For example, resistance between the tires and road surfaces to steering is strong like the telophase of vehicle warehousing control on a road surface, and real steering angle  $\theta_{aa}$  usually sets in the situation near target steering angle  $\theta_{tat}$ . Attainment of the real steering angle to a target steering

angle can become slow, or it can prevent certainly that originate in the ability of the torque of automatic steering not to overcome resistance between a tire and a road surface, and it becomes impossible to control a real steering angle on a target steering square.

[0082] Moreover, for example like the early stages of automatic steering control on a low coefficient-of-friction road surface, resistance between the tires and road surfaces to steering is small, and real steering angle  $\theta_{\text{rea}}$  sets target steering angle  $\theta_{\text{tar}}$  in a greatly different situation. It prevents that originate in steering angular-velocity  $\dot{\theta}_{\text{rea}}$  of automatic steering becoming excessive, and an operator senses sense of incongruity. Moreover, it can prevent effectively that hunting of the sense of incongruity of a motion of a steering wheel, superfluous steering, or steering control which originates in change of a steering angle being too rapid in the situation that coefficient of friction of a road surface is very small arises.

[0083] Moreover, since according to the operation gestalt of a graphic display target steering angular-velocity  $\dot{\theta}_{\text{tar}}$  is set up so that the coefficient of friction  $\mu$  of a road surface is low, and magnitude may become small Being able to carry out adjustable setting out of the target steering angular-velocity  $\dot{\theta}_{\text{tar}}$  the optimal according to the coefficient of friction  $\mu$  of a road surface, and this performing efficiently automatic steering in a road surface with high coefficient of friction Hunting of the sense of incongruity of a motion of a steering wheel, superfluous steering, or steering control resulting from the superfluous real steering angle change and this superfluous in a road surface with high coefficient of friction can be prevented much more effectively.

[0084] Moreover, according to the operation gestalt of a graphic display, since the magnitude of steering angle deflection  $\Delta\theta$  is uniformly set up irrespective of the magnitude of steering angle deflection  $\Delta\theta$  in the range beyond a reference value  $\Delta\theta_0$ , target steering angular-velocity  $\dot{\theta}_{\text{tar}}$  can prevent certainly that change of a real steering angle becomes excessive in the field where the magnitude of steering angle deflection  $\Delta\theta$  is large.

[0085] Moreover, according to the operation gestalt of a graphic display, target steering angular-velocity  $\dot{\theta}_{\text{tar}}$  is set in the range where the magnitude of steering angle deflection  $\Delta\theta$  is smaller than a reference value  $\Delta\theta_0$ . Since it is set up so that the magnitude of steering angle deflection  $\Delta\theta$  is small, and magnitude may become small Change of a real steering angle becomes quiet as the magnitude of steering angle deflection  $\Delta\theta$  becomes small, therefore when target steering angular-velocity  $\dot{\theta}_{\text{tar}}$  is fixed irrespective of the magnitude of steering angle deflection  $\Delta\theta$ , it compares. The steering rate in the field where the magnitude of steering angle deflection  $\Delta\theta$  is small is controllable at a desirable rate.

[0086] Moreover, according to the operation gestalt of a graphic display, since it is set up so that the vehicle speed  $V$  is high, and magnitude may become small, change of a real steering angle becoming quiet, therefore target steering angular-velocity  $\dot{\theta}_{\text{tar}}$  securing the efficient automatic steering in a low vehicle speed region as compared with the case where target steering angular-velocity  $\dot{\theta}_{\text{tar}}$  is fixed irrespective of the vehicle speed so that the vehicle speed  $V$  is high, it can prevent the abrupt change of the real steering angle in a high vehicle speed region, and can raise the stability of a vehicle.

[0087] Moreover, since according to the operation gestalt of a graphic display feedback control of the steering angular-velocity  $\dot{\theta}_{\text{rea}}$  is carried out so that this deflection may be set to 0 based on the deflection  $\Delta\theta_{\text{rea}}$  of target steering angular-velocity  $\dot{\theta}_{\text{tar}}$  and real steering angular-velocity  $\dot{\theta}_{\text{rea}}$  Steering angular-velocity  $\dot{\theta}_{\text{rea}}$  is certainly controllable to target steering angular-velocity  $\dot{\theta}_{\text{tar}}$ . Moreover, when the magnitude of steering angle deflection  $\Delta\theta$  is 0, target steering angular-velocity  $\dot{\theta}_{\text{tar}}$  can be set as 0, and it can combine with being controlled so that the real steering angle  $\theta_{\text{rea}}$  is set to target steering angle  $\theta_{\text{tar}}$ , and real steering angle  $\theta_{\text{rea}}$  can be controlled by the feedback loop of a duplex to target steering angle  $\theta_{\text{tar}}$ .

[0088] Moreover, since grant of the torque for automatic steering is attained by the electromotive power-steering equipment 16 which performs the power assistance which mitigates the steering burden of the operator at the time of usual transit of a vehicle according to the operation gestalt of a graphic display, automatic steering is realizable, using electromotive power-steering equipment 16 effectively.

[0089] Although this invention was explained above about the specific operation gestalt at the detail, probably this invention will not be limited to an above-mentioned operation gestalt, and it will be clear

for this contractor its for other various operation gestalten to be possible within the limits of this invention.

[0090] For example, although target gear ratio  $R_{vgt}$  becomes so large that the vehicle speed  $V$  is [ in / as compared with an inside vehicle speed region, it calculates so that it may become / in / it is small and / a high vehicle speed region / large as compared with an inside vehicle speed region, and / any of a low vehicle speed region and a high vehicle speed region ] high in a low vehicle speed region in an above-mentioned operation gestalt, target gear ratio  $R_{vgt}$  covers all vehicle speed regions, and it may be set up so that it may become so large that the vehicle speed  $V$  is high.

[0091] Moreover, in an above-mentioned operation gestalt, although adjustable setting out is carried out according to the vehicle speed  $V$ , target gear ratio  $R_{vgt}$  So that variation  $\theta_{afw}$  of the real steering angle of the steering wheel by automatic steering is large and the ratio  $R_2$  of a request of angle-of-rotation  $\theta_{asw}$  of a steering wheel 14 to variation  $\theta_{afw}$  of the real steering angle of a steering wheel may become small Adjustable setting out may be carried out according to variation  $\theta_{afw}$  of the real steering angle of the steering wheel by the vehicle speed  $V$  and automatic steering, corresponding to variation  $\theta_{afw}$  of the real steering angle of the steering wheel by automatic steering.

[0092] Moreover, in an above-mentioned operation gestalt, if \*\*\*\* actuation by the operator is performed during the automatic steering at the time of vehicle retreat, a revolution of a steering wheel 14 will be prevented, but if the magnitude of angle-of-rotation  $\theta_{asw}$  of the steering wheel 14 from the time of the automatic steering initiation at the time of vehicle retreat becomes beyond a reference value, it may be corrected so that a revolution of a steering wheel 14 may be prevented.

[0093] Moreover, if steering actuation is performed by the operator during automatic steering, while automatic steering will be stopped in an above-mentioned operation gestalt Although gear ratio adjustable equipment 23 is controlled so that the ratio of variation  $\theta_{afw}$  of the steering angle of front-wheel 10floor line of the right and left to angle-of-rotation  $\theta_{asw}$  of a steering wheel 14 and 10FR turns into the ratio  $R_1$  of the request at the time of non-automatic steering While automatic steering is continued, the situation by which the ratio of angle-of-rotation  $\theta_{asw}$  of a steering wheel 14 to variation  $\theta_{afw}$  of the real steering angle of a steering wheel is controlled by the ratio  $R_2$  of the request at the time of automatic steering may be continued.

[0094]

[Effect of the Invention] According to the configuration of claim 1 of this invention, so that more clearly than the above explanation It compares, when it is the configuration that a revolution of a steering wheel is prevented at the time of automatic steering, or when the ratio of the variation of the real steering angle of a steering wheel to angle of rotation of a steering wheel is controlled at the time of automatic steering as well as the time of non-automatic steering. An operator can be made to recognize that it is proper and certainly the steering situation of the steering wheel by automatic steering by revolution of a steering wheel irrespective of the steering situation of the steering wheel by automatic steering.

[0095] Moreover, according to the configuration of claim 1 The related adjustable means for making the ratio of the variation of the real steering angle of a steering wheel to angle of rotation of a steering wheel into the ratio of the request at the time of non-automatic steering is used at the time of non-automatic steering. Since it is controlled so that the ratio of angle of rotation of a steering wheel to the variation of the real steering angle of the steering wheel at the time of automatic steering turns into a ratio of the request at the time of automatic steering An operator can be made to recognize the steering situation of the steering wheel by automatic steering cheap as compared with the case of a configuration of the special means for attaining the ratio of the request at the time of automatic steering being unnecessary, and requiring a special means separately.

[0096] Moreover, can make an operator recognize that it is proper and certainly the steering situation of the steering wheel by automatic steering by revolution of a steering wheel, preventing that a steering wheel rotates greatly rapidly in a low vehicle speed region according to the configuration of claim 2, and according to the configuration of claim 3 It compares, when being controlled so that the ratio of angle of rotation of a steering wheel to the variation of a real steering angle turns into a ratio of the request at the time of automatic steering while an operator can do steering actuation with the usual steering sensation

and automatic steering is stopped. Can reduce a possibility that an operator may sense the sense of incongruity of steering, and according to the configuration of claim 4 After the operator has had a steering wheel single hand in the time of vehicle warehousing by automatic steering etc., when checking back by looking, [ like ] Automatic steering can be continued without an operator's having a steering wheel again or an operator's arm forcing it a position with an operator impossible for also in the situation that it becomes impossible to follow a revolution of the steering wheel accompanying automatic steering more than it from the relation of the position.

---

[Translation done.]

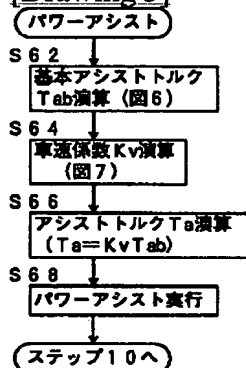
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

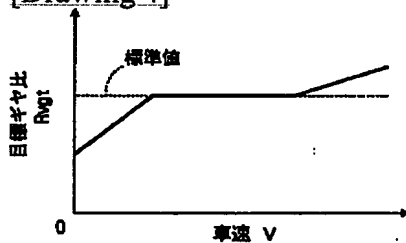
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

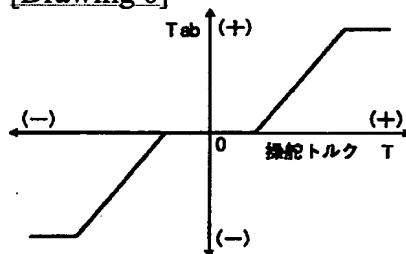
[Drawing 3]



[Drawing 4]

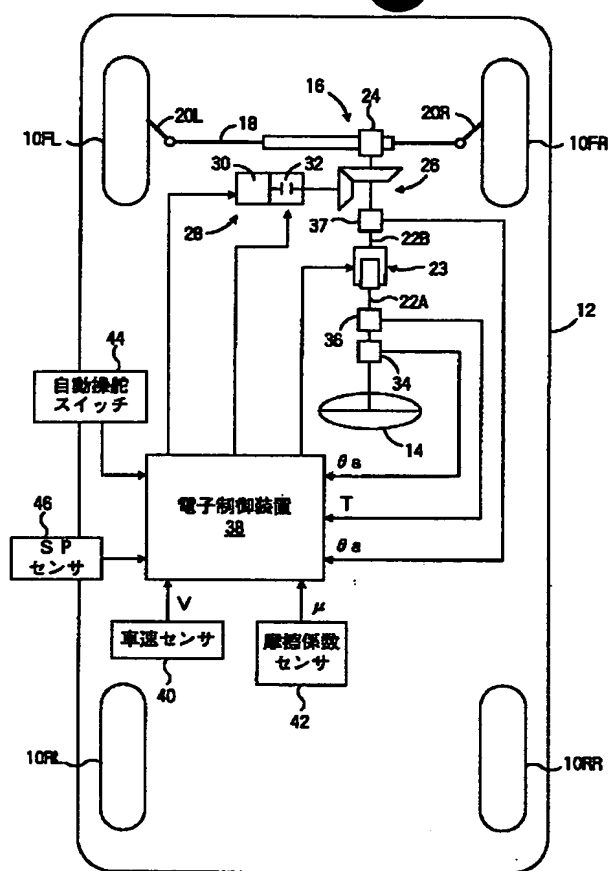


[Drawing 6]

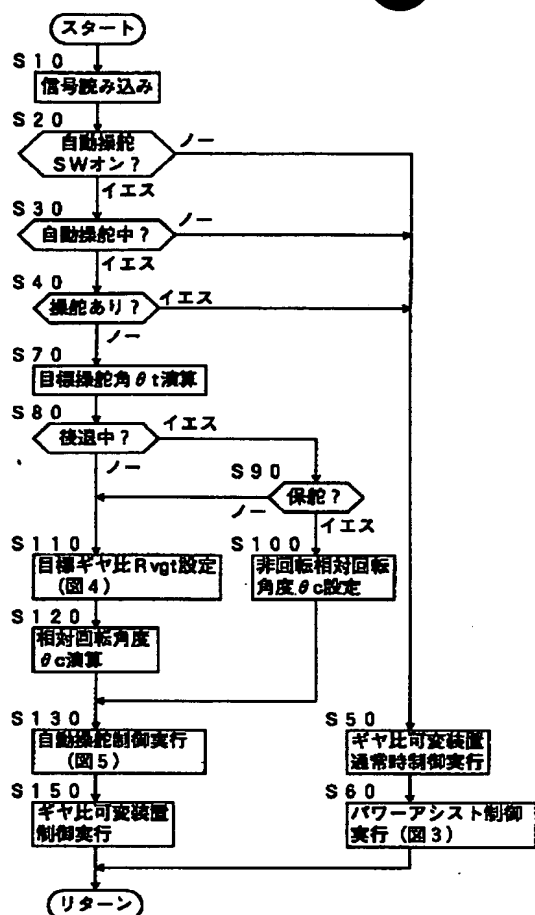


[Drawing 1]

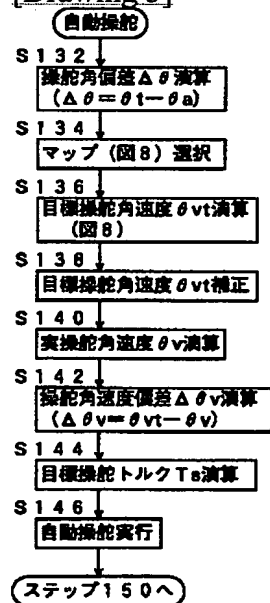




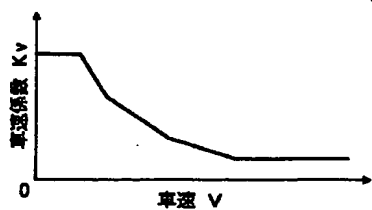
[Drawing 2]



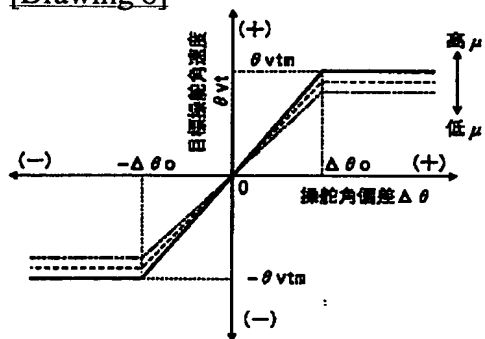
[Drawing 5]



[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Translation done.]

Rec'd PCT/PTO 10 JAN 2005

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-12159

(P2002-12159A)

(43) 公開日 平成14年1月15日 (2002.1.15)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	マークシート (参考)
B 6 2 D 6/00		B 6 2 D 6/00	3 D 0 3 2
5/04		5/04	3 D 0 3 3
// B 6 2 D 101:00		101:00	
113:00		113:00	
119:00		119:00	

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全11頁)

(21) 出願番号 特願2000-195715 (P2000-195715)

(22) 出願日 平成12年6月29日 (2000.6.29)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 岩崎 克彦

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100071216

弁理士 明石 昌毅

Fターム (参考) 3D032 CC08 CC20 DA03 DA15 DA23

DA82 DB07 DD17 EA01 EB04

EB05 EC27 EC28 EC34 FF02

GG01

3D033 CA04 CA05 CA13 CA16 CA17

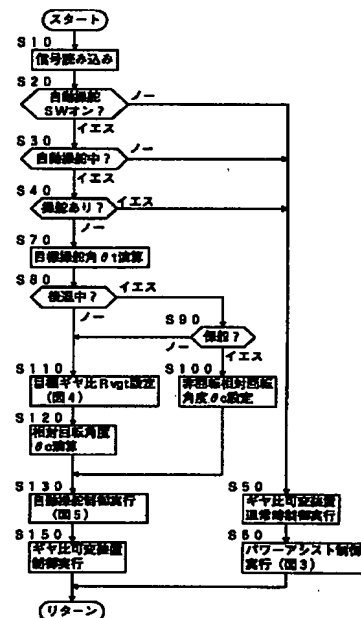
CA22 CA23

(54) 【発明の名称】 車両用自動操舵装置

(57) 【要約】

【課題】 自動操舵による操舵輪の操舵操作についての情報をステアリングホイールを介して運転者に適正に且つ確実に伝達する。

【解決手段】 ステアリングホイール14の回転角度と操舵輪の実操舵角の変化量との関係を変化させる関係可変手段としてのギヤ比可変装置23を有し、操舵輪の目標操舵角を設定し、実操舵角が目標操舵角に対し所望の関係になるようパワーユニット28等により操舵輪を自動操舵すると共に、非自動操舵時にはステアリングホイールの回転角度に対する実操舵角の変化量の比が非自動操舵時の所望の比になるようギヤ比可変装置23を制御する車両用自動操舵装置であって、自動操舵時には実操舵角の変化量に対するステアリングホイールの回転角度の比が自動操舵時の所望の比になるようギヤ比可変装置23を制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】操舵輪を操舵する操舵輪操舵手段と、前記操舵輪の実操舵角を求める手段と、前記操舵輪の目標操舵角を設定する手段と、前記実操舵角が前記目標操舵角に対し所望の関係になるよう前記操舵輪操舵手段により前記操舵輪を自動操舵する第一の制御手段と、ステアリングホイールと前記操舵輪操舵手段との間に介装され前記ステアリングホイールの回転角度と前記実操舵角の変化量との関係を変化させる関係可変手段と、非自動操舵時には前記ステアリングホイールの回転角度に対する前記実操舵角の変化量の比が非自動操舵時の所望の比になるよう前記関係可変手段を制御する第二の制御手段とを有する車輛用自動操舵装置に於いて、前記第二の制御手段は自動操舵時には前記実操舵角の変化量に対する前記ステアリングホイールの回転角度の比が自動操舵時の所望の比になるよう前記関係可変手段を制御することを特徴とする車輛用自動操舵装置。

【請求項2】前記第二の制御手段は低車速域に於いては高車速域に比して前記実操舵角の変化量に対する前記ステアリングホイールの回転角度の比が小さくなるよう前記関係可変手段を制御することを特徴とする請求項1に記載の車輛用自動操舵装置。

【請求項3】運転者による前記ステアリングホイールの操舵操作を検出する手段を有し、自動操舵中に運転者による前記ステアリングホイールの操舵操作が検出されたときには、前記第一の制御手段は自動操舵を中止し、前記第二の制御手段は前記ステアリングホイールの回転角度に対する前記実操舵角の変化量の比が非自動操舵時の所望の比になるよう前記関係可変手段を制御することを特徴とする請求項1に記載の車輛用自動操舵装置。

【請求項4】運転者による前記ステアリングホイールの保舵操作を検出する手段を有し、車輛後退時の自動操舵中に運転者による前記ステアリングホイールの保舵操作が検出されたときには、前記第二の制御手段は前記実操舵角の変化量に対する前記ステアリングホイールの回転角度の比が実質的に0になるよう前記関係可変手段を制御することを特徴とする請求項1に記載の車輛用自動操舵装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自動車等の車輛の操舵装置に係り、更に詳細には操舵輪を自動的に操舵する自動操舵装置に係る。

【0002】

【従来の技術】自動車等の車輛の自動操舵装置は従来より知られており、自動操舵装置は一般に、操舵輪を操舵する操舵輪操舵手段と、操舵輪の実操舵角を検出する手段と、例えば車輛の現在位置及び車輛の目標停止位置に基づき操舵輪の目標操舵角を演算する手段と、目標操舵角と実操舵角との偏差に基づく目標操舵トルクにて操舵

輪操舵手段により操舵輪を操舵する制御手段とを有している。

【0003】また自動操舵装置の一つとして、例えば特開平8-26129号公報に記載されている如く、アッバステアリングシャフトとロアステアリングシャフトとの間にギヤ比可変装置を有し、自動操舵の目標操舵角速度が基準値未満であるときにはギヤ比可変装置のギヤ比が一定になるようギヤ比可変装置を制御し、自動操舵の目標操舵角速度が基準値以上であるときにはステアリングホイールが回転しないようギヤ比可変装置を制御する自動操舵装置も知られている。

【0004】上記公開公報に記載された自動操舵装置によれば、自動操舵により操舵輪が比較的急激に操舵される場合にはステアリングホイールの回転が阻止されるので、自動操舵によって操舵輪が比較的急激に操舵されることによりステアリングホイールが急激に回転し、これに起因して運転者の指等に危害が及ぶ虞れを低減することができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし上記公開公報に記載された自動操舵装置に於いては、自動操舵の目標操舵角速度が基準値以上であるときにはステアリングホイールは全く回転しないので、運転者は自動操舵による操舵輪の操舵状況をステアリングホイールの回転により認知することができず、そのため車輛の旋回運動によってしか自動操舵装置が適正に作動しているか否かを判定することができないという問題がある。

【0006】また上記公開公報に記載された自動操舵装置に於いては、自動操舵の目標操舵角速度が基準値未満であるときには自動操舵による操舵輪の操舵速度に応じた速度にてステアリングホイールが回転するのに対し、自動操舵の目標操舵角速度が基準値以上であるときにはステアリングホイールは全く回転しないので、自動操舵の目標操舵角速度が基準値を横切って変化する際にステアリングホイールの回転が急に停止したりステアリングホイールが急に回転し始めたりすることが避けられず、そのため運転者が違和感を感じるという問題がある。

【0007】本発明は、ギヤ比可変装置を有し自動操舵の目標操舵角速度が基準値以上であるか否かによってステアリングホイールの回転、非回転が制御されるよう構成された従来の自動操舵装置に於ける上述の如き問題に鑑みてなされたものであり、本発明の主要な課題は、自動操舵中にはステアリングホイールが自動操舵による操舵輪の操舵操作についての情報を運転者に適宜に伝達する手段として機能することが好ましいこと、及び自動操舵時に於けるステアリングホイールの回転角度と操舵輪の操舵角の変化量との関係は非自動操舵時とは異なる関係であることが好ましいことに着目し、自動操舵による操舵輪の操舵操作についての情報がステアリングホイールを介して運転者に適正に且つ確実に伝達されるように

することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】上述の主要な課題は、本発明によれば、請求項1の構成、即ち操舵輪を操舵する操舵輪操舵手段と、前記操舵輪の実操舵角を求める手段と、前記操舵輪の目標操舵角を設定する手段と、前記実操舵角が前記目標操舵角に対し所望の関係になるよう前記操舵輪操舵手段により前記操舵輪を自動操舵する第一の制御手段と、ステアリングホイールと前記操舵輪操舵手段との間に介装され前記ステアリングホイールの回転角度と前記実操舵角の変化量との関係を変化させる関係可変手段と、非自動操舵時には前記ステアリングホイールの回転角度に対する前記実操舵角の変化量の比が非自動操舵時の所望の比になるよう前記関係可変手段を制御する第二の制御手段とを有する車輛用自動操舵装置に於いて、前記第二の制御手段は自動操舵時には前記実操舵角の変化量に対する前記ステアリングホイールの回転角度の比が自動操舵時の所望の比になるよう前記関係可変手段を制御することを特徴とする車輛用自動操舵装置によって達成される。

【0009】上記請求項1の構成によれば、ステアリングホイールの回転角度と操舵輪の実操舵角の変化量との関係を変化させる関係可変手段は、非自動操舵時にはステアリングホイールの回転角度に対する操舵輪の実操舵角の変化量の比が非自動操舵時の所望の比になるよう制御され、自動操舵時には操舵輪の実操舵角の変化量に対するステアリングホイールの回転角度の比が自動操舵時の所望の比になるよう制御されるので、自動操舵時にはステアリングホイールの回転が阻止される構成の場合や、自動操舵時にもステアリングホイールの回転角度に対する操舵輪の実操舵角の変化量の比が非自動操舵時と同様に制御される場合に比して、自動操舵による操舵輪の操舵状況に拘わらずステアリングホイールの回転によって運転者に自動操舵による操舵輪の操舵状況を適正に且つ確実に認知させることが可能になる。

【0010】また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項1の構成に於いて、前記第二の制御手段は低車速域に於いては高車速域に比して前記実操舵角の変化量に対する前記ステアリングホイールの回転角度の比が小さくなるよう前記関係可変手段を制御するよう構成される（請求項2の構成）。

【0011】一般に、自動操舵による操舵輪の操舵角及び操舵角速度の大きさは車速が低いほど大きく車速が高いほど小さいので、自動操舵時にはステアリングホイールの回転角度と操舵輪の操舵角の変化量との関係が車速に応じて変化されることが好ましい。

【0012】請求項2の構成によれば、関係可変手段は低車速域に於いては高車速域に比して操舵輪の実操舵角の変化量に対するステアリングホイールの回転角度の比が小さくなるよう制御されるので、低車速域に於いてス

テアリングホイールが急激に大きく回転することを防止しつつ自動操舵による操舵輪の操舵状況をステアリングホイールの回転によって運転者に適正に且つ確実に認知させることが可能になる。

【0013】また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項1の構成に於いて、運転者による前記ステアリングホイールの操舵操作を検出する手段を有し、自動操舵中に運転者による前記ステアリングホイールの操舵操作が検出されたときには、前記第一の制御手段は自動操舵を中止し、前記第二の制御手段は前記ステアリングホイールの回転角度に対する前記実操舵角の変化量の比が非自動操舵時の所望の比になるよう前記関係可変手段を制御するよう構成される（請求項3の構成）。

【0014】請求項3の構成によれば、自動操舵中に運転者によるステアリングホイールの操舵操作が検出されたときには、自動操舵が中止され、関係可変手段はステアリングホイールの回転角度に対する操舵輪の実操舵角の変化量の比が非自動操舵時の所望の比になるよう制御されるので、運転者は通常の操舵感覚にて操舵操作することが可能であり、自動操舵が中止されると共に実操舵角の変化量に対するステアリングホイールの回転角度の比が自動操舵時の所望の比になるよう制御される場合に比して、運転者が操舵の違和感を感じる虞れを低減することが可能になる。

【0015】また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項1の構成に於いて、運転者による前記ステアリングホイールの保舵操作を検出する手段を有し、車輛後退時の自動操舵中に運転者による前記ステアリングホイールの保舵操作が検出されたときには、前記第二の制御手段は前記実操舵角の変化量に対する前記ステアリングホイールの回転角度の比が実質的に0になるよう前記関係可変手段を制御するよう構成される（請求項4の構成）。

【0016】請求項4の構成によれば、車輛後退時の自動操舵中に運転者によるステアリングホイールの保舵操作が検出されたときには、関係可変手段は操舵輪の実操舵角の変化量に対するステアリングホイールの回転角度の比が実質的に0になるよう制御されるので、自動操舵による車庫入れ時等に於いて運転者が片手でステアリングホイールを持った状態にて後方を視認する場合の如く、運転者の腕がその姿勢の関係から自動操舵に伴うステアリングホイールの回転にそれ以上追従できなくなる状況に於いても、運転者がステアリングホイールを持ち替えたり運転者に無理な姿勢を強いることなく自動操舵を継続することが可能になる。

【0017】

【課題解決手段の好ましい態様】本発明の一つの好ましい態様によれば、上記請求項1の構成に於いて、自動操舵時の所望の比は非自動操舵時の所望の比の逆数よりも

小さいよう構成される（好ましい態様 1）。

【0018】本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項 1 の構成に於いて、自動操舵時の所望の比は少なくとも車速に応じて変化されるよう構成される（好ましい態様 2）。

【0019】本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項 1 の構成に於いて、関係可変手段はステアリングホイールに接続されたアッパステアリングシャフトと操舵輪に駆動接続されたロアステアリングシャフトとの間に設けられ、アッパステアリングシャフトに対し相対的にロアステアリングシャフトを回転させることにより、ステアリングホイールの回転角度に対する操舵輪の実操舵角の変化量の比及び操舵輪の実操舵角の変化量に対するステアリングホイールの回転角度の比を変化させるよう構成される（好ましい態様 3）。

【0020】本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記好ましい態様 3 の構成に於いて、関係可変手段によるアッパステアリングシャフトの回転角度に対するロアステアリングシャフトの回転角度の比の目標値を  $R_{vgt}$  とし、ロアステアリングシャフトの回転角度を  $\theta_a$  とし、関係可変手段はアッパステアリングシャフトに対し相対的にロアステアリングシャフトを  $\theta_a(1/R_{vgt} - 1)$  回転させることにより目標値  $R_{vgt}$  を達成するよう構成される（好ましい態様 4）。

【0021】本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記好ましい態様 3 の構成に於いて、ロアステアリングシャフトの回転角度を  $\theta_a$  とし、関係可変手段はアッパステアリングシャフトに対し相対的にロアステアリングシャフトを  $\theta_a$  回転させることによりステアリングホイールの回転を 0 にするよう構成される（好ましい態様 5）。

【0022】本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項 2 の構成に於いて、第二の制御手段は低車速域に於いては中車速域に比して操舵輪の実操舵角の変化量に対するステアリングホイールの回転角度の比が小さくなるよう関係可変手段を制御し、高車速域に於いては中車速域に比して操舵輪の実操舵角の変化量に対するステアリングホイールの回転角度の比が大きくなるよう関係可変手段を制御するよう構成される（好ましい態様 6）。

【0023】本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項 4 の構成に於いて、関係可変手段はステアリングホイールに接続されたアッパステアリングシャフトと操舵輪に駆動接続されたロアステアリングシャフトとの間に設けられ、アッパステアリングシャフトに対し相対的にロアステアリングシャフトを回転させることにより、ステアリングホイールの回転角度に対する操舵輪の実操舵角の変化量の比及び操舵輪の実操舵角の変化量に対するステアリングホイールの回転角度の比を変化させるよう構成され、車輛後退時の自動操舵中に運転者

によるステアリングホイールの保舵操作が検出されたときには、第二の制御手段はアッパステアリングシャフトに対するロアステアリングシャフトの相対回転を相殺するよう関係可変手段を制御することにより、操舵輪の実操舵角の変化量に対するステアリングホイールの回転角度の比を 0 にするよう構成される（好ましい態様 7）。

【0024】本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項 1 の構成に於いて、第一の制御手段は操舵輪操舵手段により所定の操舵角速度にて操舵輪を操舵するよう構成される（好ましい態様 8）。

【0025】本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記好ましい態様 8 の構成に於いて、第一の制御手段は操舵に対する操舵輪と路面との間の抵抗に影響を及ぼす路面状態を検出する手段と、検出された路面状態に応じて所定の操舵角速度を変更する第一の操舵角速度変更手段とを有するよう構成される（好ましい態様 9）。

【0026】本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記好ましい態様 8 の構成に於いて、第一の制御手段は操舵に対する操舵輪と路面との間の抵抗に影響を及ぼす車輛状態を検出する手段と、検出された車輛状態に応じて所定の操舵角速度を変更する第二の操舵角速度変更手段とを有するよう構成される（好ましい態様 10）。

【0027】本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記好ましい態様 8 乃至 10 の何れかの構成に於いて、第一の制御手段は操舵輪の実操舵角が目標操舵角に対し所望の関係になると所定の操舵角速度を 0 に設定するよう構成される（好ましい態様 11）。

【0028】

【発明の実施の形態】以下に添付の図を参照しつつ、本発明を好ましい実施形態について詳細に説明する。

【0029】図 1 は電動式パワーステアリング装置を備えた車輛に適用された本発明による車輛用自動操舵装置の一つの好ましい実施形態を示す概略構成図である。

【0030】図 1 に於て、10 FL 及び 10 FR はそれぞれ車輛 12 の左右の前輪を示し、10 RL 及び 10 RR はそれぞれ車輛の左右の後輪を示している。操舵輪である左右の前輪 10 FL 及び 10 FR は運転者によるステアリングホイール 14 の操作に応答して駆動されるラック・アンド・ピニオン型の電動式パワーステアリング装置 16 によりラックバー 18 及びタイロッド 20 L 及び 20 R を介して操舵される。

【0031】ステアリングホイール 14 はアッパステアリングシャフト 22 A 及びロアステアリングシャフト 22 B によりステアリングギヤボックス 24 に駆動接続されており、アッパステアリングシャフト 22 A とロアステアリングシャフト 22 B との間にはギヤ比可変装置 23 が介装されている。ロアステアリングシャフト 22 B には歯車減速機構 26 によりパワーユニット 28 が駆動接続されており、パワーユニット 28 は電気モータ 30

10

20

30

40

50

と、歯車減速機構 26 とモータ 30 とを選択的に駆動接続する電磁クラッチ 32 とを有している。

【0032】かくしてラック・アンド・ピニオン型の電動式パワーステアリング装置 16、歯車減速機構 26、パワーユニット 28 等は互いに共働して左右の前輪 10 FL 及び 10 FR の操舵を補助する操舵アシスト機構を構成すると共に、自動操舵時に左右の前輪を操舵する操舵輪操舵手段を構成している。

【0033】また図には示されていないが、ギヤ比可変装置 23 はアッパステアリングシャフト 22 A に対し相対的にロアステアリングシャフト 22 B を回転駆動する電気モータを含む一般的な構成のものであり、電気モータが駆動されないときにはアッパステアリングシャフト 22 A の回転角度に対するロアステアリングシャフト 22 B の回転角度の比を 1 : 1 に維持するが、電気モータが駆動されることによりアッパステアリングシャフト 22 A に対し相対的にロアステアリングシャフト 22 B を回転させ、これにより二つのステアリングシャフトの回転角度の比を任意に変更し、ステアリングホイール 14 の回転角度と左右の前輪 10 FL 及び 10 FR の操舵角の変化量との間の関係を任意に変化させる関係可変手段として機能するようになっている。

【0034】図示の実施形態に於ては、アッパステアリングシャフト 22 A には該アッパステアリングシャフトの回転角度を操舵角  $\theta_s$  として検出する操舵角センサ 34 及び操舵トルク T を検出するトルクセンサ 36 が設けられており、ロアステアリングシャフト 22 B には該ロアステアリングシャフトの回転角度を左右前輪の実操舵角  $\theta_a$  として検出する操舵角センサ 37 が設けられており、これらのセンサの出力は電子制御装置 38 へ供給されるようになっている。

【0035】また電子制御装置 38 には車速センサ 40 により検出された車速 V を示す信号、摩擦係数センサ 42 より路面の摩擦係数  $\mu$  を示す信号及び自動操舵スイッチ (SW) 44 より該スイッチがオン状態にあるか否かを示す信号、シフトポジション (SP) センサ 46 より図には示されていないオートマチックトランスミッションのシフトポジションを示す信号も入力されるようになっている。

【0036】尚図 1 には詳細に示されていないが、電子制御装置 38 は中央処理ユニット (CPU) とリードオンリメモリ (ROM) とランダムアクセスメモリ (RAM) と入出力ポート装置とを有し、これらが双方向性のコモンバスにより互いに接続されたマイクロコンピュータ及び駆動回路よりなっていてよい。また操舵角センサ 34、37 及びトルクセンサ 36 はそれぞれ車輛の左旋回方向への操舵の場合を正として操舵角  $\theta_s$ 、 $\theta_a$  及び操舵トルク T を検出する。更に摩擦係数センサ 42 は当技術分野に於いて公知の任意の要領にて操舵輪のタイヤと路面との間の摩擦係数  $\mu$  を検知するものであってよい。

【0037】後述の如く、電子制御装置 38 は操舵輪の実操舵角が目標操舵角になるようパワーユニット 28 等により操舵輪を自動操舵する第一の制御手段として機能する。また電子制御装置 38 は非自動操舵時にはステアリングホイール 14 の回転角度に対する実操舵角の変化量の比が非自動操舵時の所望の比になるようギヤ比可変装置 23 を制御すると共に、自動操舵時には実操舵角の変化量に対するステアリングホイール 14 の回転角度の比が自動操舵時の所望の比になるようギヤ比可変装置 23 を制御する第二の制御手段として機能する。

【0038】この場合、非自動操舵時に於けるステアリングホイール 14 の回転角度に対する実操舵角の変化量の所望の比は車速 V 及び操舵角  $\theta_s$  に応じて可変設定され、自動操舵時に於ける実操舵角の変化量に対するステアリングホイール 14 の回転角度の所望の比は車速 V に応じて可変設定され、自動操舵時に於ける実操舵角の変化量に対するステアリングホイール 14 の回転角度の所望の比は非自動操舵時に於けるステアリングホイール 14 の回転角度に対する実操舵角の変化量の所望の比の逆数よりも小さく制御される。

【0039】また自動操舵時に於ける実操舵角の変化量に対するステアリングホイール 14 の回転角度の比は、低車速域に於いては中車速域に比して小さく、高車速域に於いては中車速域に比して大きくなるよう制御され、また低車速域に於いては車速が低いほど小さくなるよう制御され、高車速域に於いては車速が高いほど大きくなるよう制御され、これにより低車速域に於いてステアリングホイール 14 が急激に大きく回転することが防止されると共に、高車速域に於いてステアリングホイール 14 の回転により運転者は自動操舵による操舵状況を的確に把握することができる。

【0040】また電子制御装置 38 は自動操舵中に於ける運転者の操舵操作を検出し、自動操舵中に運転者によるステアリングホイール 14 の操舵操作が検出されたときには、自動操舵を中止し、ステアリングホイール 14 の回転角度に対する操舵輪の実操舵角の変化量の比が非自動操舵時の所望の比になるようギヤ比可変装置 23 を制御する。

【0041】更に電子制御装置 38 は運転者によるステアリングホイール 14 の保舵操作を検出し、車輛後退時の自動操舵中に運転者によるステアリングホイール 14 の保舵操作が検出されたときには、操舵輪の実操舵角の変化量に対するステアリングホイールの回転角度の比が 0 になるようギヤ比可変装置 23 を制御する。

【0042】例えばステアリングギヤボックス 24 等による等価ギヤ比、即ちロアステアリングシャフト 22 B の回転角度に対する操舵輪の操舵角の変化量の比を  $R_{sq}$  (一定) とし、ギヤ比可変装置 23 のギヤ比、即ちアッパステアリングシャフト 22 A の回転角度に対するロアステアリングシャフト 22 B の回転角度の比を  $R_{vq}$  (可

10

20

30

40

50



変)とし、ステアリングホイール14の回転角度及び操舵輪の実操舵角の変化量をそれぞれ $\theta_{sw}$ 、 $\theta_{fw}$ とすると、以下の各式が成立する。

$$【0043】\theta_{sw} = \theta_s$$

$$\theta_a = Rvq\theta_s$$

$$\theta_{fw} = Rsq\theta_a$$

$$= RsqRvq\theta_s$$

【0044】よってステアリングホイール14の回転角度 $\theta_{sw}$ に対する操舵輪の実操舵角の変化量 $\theta_{fw}$ の比は $RsqRvq$ であり、操舵輪の実操舵角の変化量 $\theta_{fw}$ に対するステアリングホイール14の回転角度 $\theta_{sw}$ の比は $1/(RsqRvq)$ であり、何れもギヤ比可変装置23のギヤ比 $Rvq$ に応じて変化する。

【0045】従って非自動操舵時に於けるステアリングホイール14の回転角度 $\theta_{sw}$ に対する操舵輪の実操舵角の変化量 $\theta_{fw}$ の所望の比を $R1(1/20$ 程度の値)とし、これに対応するギヤ比可変装置23の目標ギヤ比を $Rvqt$ とすると、所望の比 $R1$ は下記の式1により表される。同様に自動操舵時に於ける操舵輪の実操舵角の変化量 $\theta_{fw}$ に対するステアリングホイール14の回転角度 $\theta_{sw}$ の所望の比を $R2$ とし、これに対応するギヤ比可変装置23の目標ギヤ比を $Rvqt$ とすると、所望の比 $R2$ は下記の式2により表される。

$$R1 = RsqRvqt \quad \dots (1)$$

$$R2 = 1/(RsqRvqt) \quad \dots (2)$$

【0046】目標ギヤ比 $Rvqt$ を達成するためのギヤ比可変装置23の制御量、即ちアップステアリングシャフト22Aに対するロアステアリングシャフト22Bの相対回転角度を $\theta_c$ とし、ステアリングホイール14の回転角度 $\theta_{swt}(=\theta_{st})$ とすると、相対回転角度 $\theta_c$ は下記の式3により表される。

$$\theta_c = \theta_a/Rvqt - \theta_a$$

$$= \theta_a(1/Rvqt - 1) \quad \dots (3)$$

【0047】例えば $Rsq$ が $1/20$ であり、操舵輪の実操舵角の変化量 $\theta_{fw}$ に対するステアリングホイール14の回転角度 $\theta_{sw}$ の所望の比 $R2$ が2であるとする、操舵輪の実操舵角の変化量 $\theta_{fw}$ が $5^\circ$ であるときのロアステアリングシャフト22Bの回転角度 $\theta_a$ は $100^\circ$ であり、ステアリングホイール14の回転角度 $\theta_{sw}(=\theta_s)$ は $10^\circ$ である。従ってこの場合のギヤ比可変装置23の目標ギヤ比 $Rvqt$ は $100/10=10$ であり、相対回転角度 $\theta_c$ は $100(1/10-1)=-90^\circ$ であり、ギヤ比可変装置23によりアップステアリングシャフト22Aに対しロアステアリングシャフト22Bを $-90^\circ$ 回転させれば、所望の比 $R2$ を達成することができる。

【0048】また自動操舵による操舵輪の実操舵角の変化量 $\theta_{fw}$ の如何に拘わらずステアリングホイール14の回転角度 $\theta_{sw}$ を0にするためには、自動操舵によるロアステアリングシャフト22Bの回転角度 $\theta_a$ がギヤ比可

変装置23を介してアップステアリングシャフト22Aに伝達されないようにすればよく、従って相対回転角度 $\theta_c$ を回転角度 $\theta_a$ と同一の値に設定すれば、自動操舵による操舵輪の実操舵角の変化量 $\theta_{fw}$ の如何に拘わらずステアリングホイール14の回転を阻止することができる。

【0049】尚、自動操舵中に於ける運転者によるステアリングホイール14の操舵操作や保舵操作の検出自体は本発明の要旨をなすものではなく、操舵操作や保舵操作は操舵輪の実操舵角、操舵輪の目標操舵角と実操舵角との偏差、自動操舵による操舵トルク、検出操舵トルク、操舵角速度等に基づき当技術分野に於いて公知の任意の要領にて判定されてよい。

【0050】次に図2に示されたフローチャートを参照して図示の実施形態に於ける自動操舵制御について説明する。尚図2に示されたフローチャートによる制御は図には示されていないイグニッションスイッチの閉成により開始され、所定の時間毎に繰返し実行される。

【0051】まずステップ10に於いては操舵角 $\theta_s$ を示す信号等の読み込みが行われ、ステップ20に於いては自動操舵スイッチ44がオン状態にあるか否かの判別が行われ、否定判別が行われたときにはステップ50へ進み、肯定判別が行われたときにはステップ30へ進む。尚制御の開始時にはステップ10に先立ち電磁クラッチ32へ制御信号が出力されることによりクラッチが接続される。

【0052】ステップ30に於ては自動操舵中であるか否かの判別が行われ、否定判別が行われたときにはステップ50へ進み、肯定判別が行われたときにはステップ40へ進む。

【0053】ステップ40に於ては運転者によるステアリングホイールの操舵操作があったか否かの判別、即ち自動操舵による左右前輪の操舵に対し運転者により切り増しの操舵又は切り戻しの操舵が行われたか否かの判別が行われ、否定判別が行われたときにはステップ70へ進み、肯定判別が行われたときにはステップ50へ進む。

【0054】ステップ50に於てはギヤ比可変装置23の通常時(非自動操舵時)の制御が行われる。即ちステアリングホイール14の回転角度 $\theta_{sw}$ に対する左右の前輪10FL及び10FRの操舵角の変化量 $\theta_{fw}$ の比が非自動操舵時の所望の比 $R1$ になるようギヤ比可変装置23が制御される。この場合所望の比 $R1$ は車速Vの増大につれて漸次小さくなり、操舵角 $\theta_s$ の大きさがニュートラル位置より所定の範囲を越えて大きくなるにつれて漸次大きくなるよう車速V及び操舵角 $\theta_s$ の大きさに応じて可変制御される。

【0055】ステップ60に於ては図3に示されたパワーアシスト制御ルーチンに従ってパワーアシスト制御が実行されることにより運転者による操舵が補助され、し

かる後ステップ10へ戻る。

【0056】ステップ70に於ては例えば本願出願人の出願にかかる出願公開前の特願平10-293159号明細書及び図面に記載されている如き駐車支援装置に於ける如く目標操舵角 $\theta_t$ が演算される。尚目標操舵角 $\theta_t$ の演算自体は本発明の要旨をなものではなく、目標操舵角 $\theta_t$ は自動操舵の目的に応じて当技術分野に於いて公知の任意の要領にて演算されてよい。

【0057】ステップ80に於てはシフトポジションセンサ46よりの信号に基づき車輛が後退中であるか否かの判別、即ちオートマチックトランスミッションのシフトポジションがRレンジにあるか否かの判別が行われ、否定判別が行われたときにはステップ110へ進み、肯定判別が行われたときにはステップ90へ進む。

【0058】ステップ90に於ては自動操舵による操舵輪の操舵が行われている状況にて運転者によりステアリングホイール14の保舵操作、即ち自動操舵に伴うステアリングホイール14の回転を阻止する操作が行われているか否かの判別が行われ、否定判別が行われたときにはステップ120へ進み、肯定判別が行われたときにはステップ100に於いて自動操舵が継続されてもステアリングホイール14が回転しないよう、前述の如くギヤ比可変装置23の相対回転角度 $\theta_c$ が自動操舵によるロアステアリングシャフト22Bの回転角度 $\theta_a$ と同一の値に設定される。

【0059】ステップ110に於ては車速Vに基き図4に示されたグラフに対応するマップよりギヤ比可変装置23の目標ギヤ比 $R_{vqt}$ が演算され、ステップ120に於ては自動操舵によるロアステアリングシャフト22Bの回転角度を $\theta_a$ として上記式3に従って前述の如く目標ギヤ比 $R_{vqt}$ を達成するためのギヤ比可変装置23の相対回転角度 $\theta_c$ が演算される。

【0060】この場合図4より解る如く、目標ギヤ比 $R_{vqt}$ は低車速域に於いては中車速域に比して小さく、高車速域に於いては中車速域に比して大きくなるよう演算され、低車速域及び高車速域の何れに於いても車速Vが高いほど大きくなるよう演算される。

【0061】ステップ130に於ては図5に示された自動操舵制御ルーチンに従って自動操舵制御が実行され、ステップ150に於てはギヤ比可変装置23の相対回転角度がステップ100又は120に於て設定された相対回転角度 $\theta_c$ になるようギヤ比可変装置23が制御され、しかる後ステップ10へ戻る。

【0062】次に図3を参照して上述のステップ60に於いて実行されるパワーアシスト制御ルーチンについて説明する。

【0063】まずステップ62に於ては操舵トルクTに基き図6に示されたグラフに対応するマップより基本アシスト量 $T_{ab}$ が演算され、ステップ64に於ては車速Vに基づき図7に示されたグラフに対応するマップより車

速係数 $K_v$ が演算され、ステップ66に於ては車速係数 $K_v$ と基本アシスト量 $T_{ab}$ との積としてアシストトルク $T_a$ が演算され、ステップ68に於てはアシストトルク $T_a$ に対応する制御信号がモータ30へ出力され、これにより運転者に必要な操舵力を軽減するパワーアシストが実行される。

【0064】次に図5を参照して上述のステップ130に於いて実行される自動操舵制御ルーチンについて説明する。

【0065】ステップ132に於いては下記の式4に従ってロアステアリングシャフト22Bについて左右前輪の目標操舵角 $\theta_t$ と実操舵角 $\theta_a$ との偏差として操舵角偏差 $\Delta\theta$ が演算される。

$$\Delta\theta = \theta_t - \theta_a \quad \cdots \cdots (4)$$

【0066】ステップ134に於いては路面の摩擦係数 $\mu$ に基づき図8に示されたグラフに対応するマップが選択され、ステップ136に於いては操舵角偏差 $\Delta\theta$ に基づきステップ134に於いて選択されたマップより所定の操舵角速度としての目標操舵角速度 $\theta_{vt}$ が演算される。尚ステップ134に於いては、図8に示されている如く、路面の摩擦係数 $\mu$ が低いほど目標操舵角速度 $\theta_{vt}$ の大きさが漸次小さくなるようマップが選択される。

【0067】また目標操舵角速度 $\theta_{vt}$ は、図8に示されている如く、操舵角偏差 $\Delta\theta$ の大きさが基準値 $\Delta\theta_o$ 以上の範囲に於いては一定（最大値目標操舵角速度 $\theta_{vtm}$ ）であり、操舵角偏差 $\Delta\theta$ の大きさが基準値 $\Delta\theta_o$ よりも小さい範囲に於いては操舵角偏差 $\Delta\theta$ の大きさが小さいほど小さく、操舵角偏差 $\Delta\theta$ が0であるときには0であるよう設定される。

【0068】ステップ138に於いては車速Vが高いほど大きさが小さくなるよう車速Vに基づき目標操舵角速度 $\theta_{vt}$ が補正され、ステップ140に於いては例えば実操舵角 $\theta_a$ の時間微分値として実操舵角速度 $\theta_v$ が演算され、ステップ142に於いては下記の式5に従って目標操舵角速度 $\theta_{vt}$ と実操舵角速度 $\theta_v$ との偏差として操舵角速度偏差 $\Delta\theta_v$ が演算される。

$$\Delta\theta_v = \theta_{vt} - \theta_v \quad \cdots \cdots (5)$$

【0069】ステップ144に於いては操舵角速度偏差 $\Delta\theta_v$ に基づき該操舵角速度偏差を0にするための目標操舵トルク $T_s$ が演算され、ステップ146に於いては目標操舵トルク $T_s$ に基づき該目標操舵トルクに対応する操舵トルクを発生するに必要な目標モータ駆動電流 $I_{mt}$ が演算され、該目標モータ駆動電流に対応する駆動電流がモータ30へ出力され、これにより自動操舵が実行され、しかる後ステップ150へ進む。

【0070】かくして図示の実施形態によれば、非自動操舵時にはステップ20又は30に於いて否定判別が行われ、ステップ50に於いてステアリングホイール14の回転角度 $\theta_{sw}$ に対する左右の前輪10FL及び10FRの操舵角の変化量 $\theta_{fw}$ の比が非自動操舵時の所望の比 $R_1$

になるようギヤ比可変装置23が制御され、ステップ60に於てパワーアシスト制御が実行される。

【0071】これに対し自動操舵時にはステップ20及び30に於いて肯定判別が行われ、運転者の積極的な操舵操作が行われておらず車輪が前進状態にあるときにはステップ40及び80に於いて否定判別が行われ、ステップ110に於て車速Vに応じてギヤ比可変装置23の目標ギヤ比 $R_{tgt}$ が演算され、ステップ120に於ては目標ギヤ比 $R_{tgt}$ を達成するためのギヤ比可変装置23の相対回転角度 $\theta_c$ が演算され、ステップ130に於て左右前輪の実操舵角が目標操舵角になるよう自動操舵制御が実行され、ステップ150に於てギヤ比可変装置23の相対回転角度が120に於て設定された相対回転角度 $\theta_c$ になるようギヤ比可変装置23が制御され、これにより操舵輪の実操舵角の変化量 $\theta_{fw}$ に対するステアリングホイール14の回転角度 $\theta_{sw}$ の比が自動操舵時の所望の比R2に制御される。

【0072】また自動操舵中であっても車輪が後退中であるときには、ステップ80に於いて肯定判別が行われ、ステップ90に於て運転者による保舵操作が行われているか否かの判別が行われ、運転者による保舵操作が行われていないときには車輪の前進時と同様上述のステップ110～150が実行される。

【0073】従って図示の実施形態によれば、非自動操舵時及び自動操舵時の何れの場合にも共通のギヤ比可変装置23を制御することにより、非自動操舵時にはステアリングホイール14の回転角度 $\theta_{sw}$ に対する左右の前輪10FL及び10FRの操舵角の変化量 $\theta_{fw}$ の比を非自動操舵時の所望の比R1に制御し、自動操舵時には操舵輪の実操舵角の変化量 $\theta_{fw}$ に対するステアリングホイール14の回転角度 $\theta_{sw}$ の比を自動操舵時の所望の比R2に制御することができ、自動操舵時にステアリングホイール14の回転によって自動操舵による操舵輪の操舵状況を適正に且つ確実に認識させることができる。

【0074】これに対し、車輪の後退時に於ける自動操舵中に運転者による保舵操作が行われると、ステップ90に於て肯定判別が行われ、ステップ100に於いてギヤ比可変装置23の相対回転角度 $\theta_c$ が自動操舵によるロアステアリングシャフト22Bの回転角度 $\theta_a$ と同一の値に設定された後ステップ130及び150が実行され、これにより自動操舵が継続されてもステアリングホイール14が回転しないよう制御される。

【0075】従って図示の実施形態によれば、車庫入れや駐車のための自動操舵時に運転者が後方視認することによる姿勢の制約から運転者の腕が自動操舵によるステアリングホイール14の回転に追従し得なくなったような場合にも、運転者の腕がステアリングホイールの回転によって移動されることにより運転者に無理な姿勢を強いたり、運転者がステアリングホイールを持ち替えたりすることなく必要な自動操舵を継続することができる。

【0076】更に自動操舵中に運転者により操舵操作が行われると、ステップ40に於て肯定判別が行われ、ステップ70～150が実行されずステップ50及び60が実行されることにより、自動操舵が中止され、ステアリングホイール14の回転角度 $\theta_{sw}$ に対する左右の前輪10FL及び10FRの操舵角の変化量 $\theta_{fw}$ の比が非自動操舵時の所望の比R1になるようギヤ比可変装置23が制御されると共に、パワーアシスト制御が実行される。

【0077】従って図示の実施形態によれば、運転者は通常の操舵感覚にて車輪の運転操作を行うことができ、自動操舵中に運転者により操舵操作が行われた場合にも操舵輪の実操舵角の変化量 $\theta_{fw}$ に対するステアリングホイール14の回転角度 $\theta_{sw}$ の比が自動操舵時の所望の比R2に制御される場合に生じる違和感を運転者が感じることの発生を防止することができる。

【0078】特に図示の実施形態によれば、目標ギヤ比 $R_{tgt}$ は低車速域に於いては中車速域に比して小さく、高車速域に於いては中車速域に比して大きくなるよう演算され、低車速域及び高車速域の何れに於いても車速Vが高いほど大きくなるよう演算されるので、自動操舵による操舵輪の操舵角の変化量が大きい低車速域に於いては操舵輪の操舵角の変化量に対するステアリングホイールの回転角度の比を小さくして自動操舵によりステアリングホイール14が急激に大きく回転されることを防止することができ、自動操舵による操舵輪の操舵角の変化量が小さい高車速域に於いては操舵輪の操舵角の変化量に対するステアリングホイールの回転角度の比を大きくしてステアリングホイールの回転により自動操舵による操舵輪の操舵状況を確実に運転者に認識させることができる。

【0079】また図示の実施形態によれば、自動操舵中にはステップ70に於いて目標操舵角 $\theta_t$ が演算され、ステップ132に於いて目標操舵角 $\theta_t$ と実操舵角 $\theta_a$ との偏差 $\Delta\theta$ が演算され、ステップ134～136に於いて操舵角偏差 $\Delta\theta$ 、路面の摩擦係数 $\mu$ 、車速Vに応じて操舵角偏差 $\Delta\theta$ を0にするための最適の目標操舵角速度 $\theta_{vt}$ が演算され、ステップ138～146に於いて目標操舵角速度 $\theta_{vt}$ に対応する操舵角速度にて左右の前輪10FL及び10FRが操舵されることにより実操舵角 $\theta_a$ が目標操舵角 $\theta_t$ に制御される。

【0080】従って図示の実施形態によれば、目標操舵角速度 $\theta_{vt}$ が操舵角偏差 $\Delta\theta$ に応じて設定され、操舵角偏差 $\Delta\theta$ が0でない限り左右の前輪10FL及び10FRは必ず目標操舵角速度 $\theta_{vt}$ に対応する所定の操舵角速度にて操舵されるので、操舵に対する左右の前輪タイヤと路面との間の抵抗の如何に拘わらず操舵角速度が過剰になったり過剰に不足したりすることなく適正な操舵速度にて左右前輪を操舵しそれらの実操舵角を目標操舵角に制御することができる。

【0081】例えば通常路面での車庫入れ制御の終期の

如く操舵に対するタイヤと路面との間の抵抗が大きく且つ実操舵角  $\theta_a$  が目標操舵角  $\theta_t$  に近い状況に於いて、目標操舵角への実操舵角の到達が遅くなったり、自動操舵のトルクがタイヤと路面との間の抵抗に打ち勝つことができないことに起因して実操舵角を目標操舵角に制御することができなくなることを確実に防止することができる。

【0082】また例えば低摩擦係数路面での自動操舵制御の初期の如く操舵に対するタイヤと路面との間の抵抗が小さく且つ実操舵角  $\theta_a$  が目標操舵角  $\theta_t$  とは大きく異なる状況に於いて、自動操舵の操舵角速度  $\theta_v$  が過大になることに起因して運転者が違和感を感じることを防止し、また路面の摩擦係数が非常に小さい状況に於いて操舵角の変化が急激過ぎることに起因するステアリングホイールの動きの違和感や過剰操舵や操舵制御のハンチングが生じることを効果的に防止することができる。

【0083】また図示の実施形態によれば、目標操舵角速度  $\theta_{vt}$  は路面の摩擦係数  $\mu$  が低いほど大きさが小さくなるよう設定されるので、路面の摩擦係数  $\mu$  に応じて目標操舵角速度  $\theta_{vt}$  を最適に可変設定することができ、これにより摩擦係数の高い路面に於ける自動操舵を効率的に行いつつ、摩擦係数の高い路面に於ける過剰の実操舵角変化及びこれに起因するステアリングホイールの動きの違和感や過剰操舵や操舵制御のハンチングを一層効果的に防止することができる。

【0084】また図示の実施形態によれば、目標操舵角速度  $\theta_{vt}$  は操舵角偏差  $\Delta\theta$  の大きさが基準値  $\Delta\theta_o$  以上の範囲に於いては、操舵角偏差  $\Delta\theta$  の大きさに拘わらず一定に設定されるので、操舵角偏差  $\Delta\theta$  の大きさが大きい領域に於いて実操舵角の変化が過大になることを確実に防止することができる。

【0085】また図示の実施形態によれば、目標操舵角速度  $\theta_{vt}$  は操舵角偏差  $\Delta\theta$  の大きさが基準値  $\Delta\theta_o$  よりも小さい範囲に於いては、操舵角偏差  $\Delta\theta$  の大きさが小さいほど大きさが小さくなるよう設定されるので、操舵角偏差  $\Delta\theta$  の大きさが小さくなるにつれて実操舵角の変化が穏やかになり、従って操舵角偏差  $\Delta\theta$  の大きさに拘わらず目標操舵角速度  $\theta_{vt}$  が一定である場合に比して、操舵角偏差  $\Delta\theta$  の大きさが小さい領域に於ける操舵速度を好ましい速度に制御することができる。

【0086】また図示の実施形態によれば、目標操舵角速度  $\theta_{vt}$  は車速  $V$  が高いほど大きさが小さくなるよう設定されるので、車速  $V$  が高いほど実操舵角の変化が穏やかになり、従って車速に拘わらず目標操舵角速度  $\theta_{vt}$  が一定である場合に比して、低車速域に於ける効率的な自動操舵を確保しつつ高車速域に於ける実操舵角の急激な変化を防止して車両の安定性を向上させることができる。

【0087】また図示の実施形態によれば、操舵角速度  $\theta_v$  は目標操舵角速度  $\theta_{vt}$  と実操舵角速度  $\theta_v$  との偏差  $\Delta$

$\theta_v$  に基づき該偏差が 0 になるようフィードバック制御されるので、操舵角速度  $\theta_v$  を確実に目標操舵角速度  $\theta_{vt}$  に制御することができ、また操舵角偏差  $\Delta\theta$  の大きさが 0 のときに目標操舵角速度  $\theta_{vt}$  が 0 に設定され、実操舵角  $\theta_a$  が目標操舵角  $\theta_t$  になるよう制御されることと併せて、二重のフィードバックループにて実操舵角  $\theta_a$  を目標操舵角  $\theta_t$  に制御することができる。

【0088】また図示の実施形態によれば、自動操舵のためのトルクの付与は車輛の通常走行時に於ける運転者の操舵負担を軽減するパワーアシストを行う電動式パワーステアリング装置 16 により達成されるので、電動式パワーステアリング装置 16 を有効に利用して自動操舵を実現することができる。

【0089】以上に於いては本発明を特定の実施形態について詳細に説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内にて他の種々の実施形態が可能であることは当業者にとって明らかである。

【0090】例えば上述の実施形態に於いては、目標ギヤ比  $R_{vgt}$  は低車速域に於いては中車速域に比して小さく、高車速域に於いては中車速域に比して大きくなるよう演算され、低車速域及び高車速域の何れに於いても車速  $V$  が高いほど大きくなるようになっているが、目標ギヤ比  $R_{vgt}$  は全車速域に亘り車速  $V$  が高いほど大きくなるよう設定されてもよい。

【0091】また上述の実施形態に於いては、目標ギヤ比  $R_{vgt}$  は車速  $V$  に応じて可変設定されるようになっているが、自動操舵による操舵輪の実操舵角の変化量  $\theta_{fw}$  が大きいほど操舵輪の実操舵角の変化量  $\theta_{fw}$  に対するステアリングホイール 14 の回転角度  $\theta_{sw}$  の所望の比  $R_2$  が小さくなるよう、自動操舵による操舵輪の実操舵角の変化量  $\theta_{fw}$  に応じて又は車速  $V$  及び自動操舵による操舵輪の実操舵角の変化量  $\theta_{fw}$  に応じて可変設定されてもよい。

【0092】また上述の実施形態に於いては、車輛後退時の自動操舵中に運転者による保舵操作が行われるとステアリングホイール 14 の回転が阻止されるようになっているが、車輛後退時の自動操舵開始時よりのステアリングホイール 14 の回転角度  $\theta_{sw}$  の大きさが基準値以上になるとステアリングホイール 14 の回転が阻止されるよう修正されてもよい。

【0093】また上述の実施形態に於いては、自動操舵中に運転者により操舵操作が行われると、自動操舵が中止されると共に、ステアリングホイール 14 の回転角度  $\theta_{sw}$  に対する左右の前輪 10FL 及び 10FR の操舵角の変化量  $\theta_{fw}$  の比が非自動操舵時の所望の比  $R_1$  になるようギヤ比可変装置 23 が制御されるようになっているが、自動操舵が継続されると共に、操舵輪の実操舵角の変化量  $\theta_{fw}$  に対するステアリングホイール 14 の回転角度  $\theta_{sw}$  の比が自動操舵時の所望の比  $R_2$  に制御される状況が

10

20

30

40

50

継続されてもよい。

【0094】

【発明の効果】以上の説明より明らかである如く、本発明の請求項1の構成によれば、自動操舵時にはステアリングホイールの回転が阻止される構成の場合や、自動操舵時にもステアリングホイールの回転角度に対する操舵輪の実操舵角の変化量の比が非自動操舵時と同様に制御される場合に比して、自動操舵による操舵輪の操舵状況に拘わらずステアリングホイールの回転によって運転者に自動操舵による操舵輪の操舵状況を適正に且つ確実に認知させることができる。

【0095】また請求項1の構成によれば、非自動操舵時にステアリングホイールの回転角度に対する操舵輪の実操舵角の変化量の比を非自動操舵時の所望の比にするための関係可変手段を使用して自動操舵時に於ける操舵輪の実操舵角の変化量に対するステアリングホイールの回転角度の比が自動操舵時の所望の比になるよう制御されるので、自動操舵時の所望の比を達成するための特別の手段は不要であり、別途特別の手段を要する構成の場合に比して低廉に自動操舵による操舵輪の操舵状況を運転者に認知させることができる。

【0096】また請求項2の構成によれば、低車速域に於いてステアリングホイールが急激に大きく回転することを防止しつつ自動操舵による操舵輪の操舵状況をステアリングホイールの回転によって運転者に適正に且つ確実に認知させることができ、請求項3の構成によれば、運転者は通常の操舵感覚にて操舵操作することができ、自動操舵が中止されると共に実操舵角の変化量に対するステアリングホイールの回転角度の比が自動操舵時の所望の比になるよう制御される場合に比して、運転者が操舵の違和感を感じる虞れを低減することができ、請求項4の構成によれば、自動操舵による車庫入れ時等に於いて運転者が片手でステアリングホイールを持った状態にて後方を視認する場合の如く、運転者の腕がその姿勢の関係から自動操舵に伴うステアリングホイールの回転に\*

\*それ以上追従できなくなる状況に於いても、運転者がステアリングホイールを持ち替えたり運転者に無理な姿勢を強いることなく自動操舵を継続することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】電動式パワーステアリング装置を備えた車輛に適用された本発明による車輛用自動操舵装置の一つの好ましい実施形態を示す概略構成図である。

【図2】図示の実施形態に於ける自動操舵制御のメインルーチンを示すフローチャートである。

【図3】図示の実施形態に於けるパワーアシスト制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図4】車速 $V$ とギヤ比可変装置の目標目標ギヤ比 $R_t$ との間の関係を示すグラフである。

【図5】図示の実施形態に於ける自動操舵制御のサブルーチンを示すフローチャートである。

【図6】操舵トルク $T$ と基本アシスト量 $T_{ab}$ との間の関係を示すグラフである。

【図7】車速 $V$ と車速係数 $K_v$ との間の関係を示すグラフである。

【図8】操舵角偏差 $\Delta\theta$ と目標操舵角速度 $\theta_{vt}$ との間の関係を示すグラフである。

【符号の説明】

10 FR～10 RL…車輪

16…電動式パワーステアリング装置

22A…アップステアリングシャフト

22B…ロアステアリングシャフト

23…ギヤ比可変装置

28…パワーユニット

34、37…操舵角センサ

36…トルクセンサ

38…電子制御装置

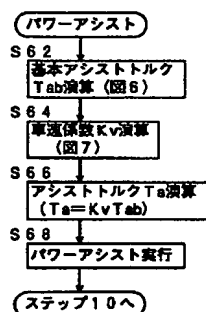
40…車速センサ

42…摩擦係数センサ

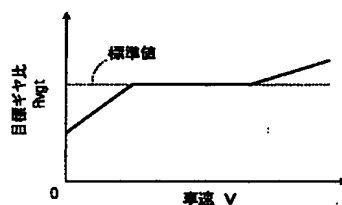
44…自動操舵スイッチ

46…シフトポジションセンサ

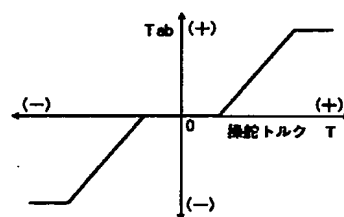
【図3】



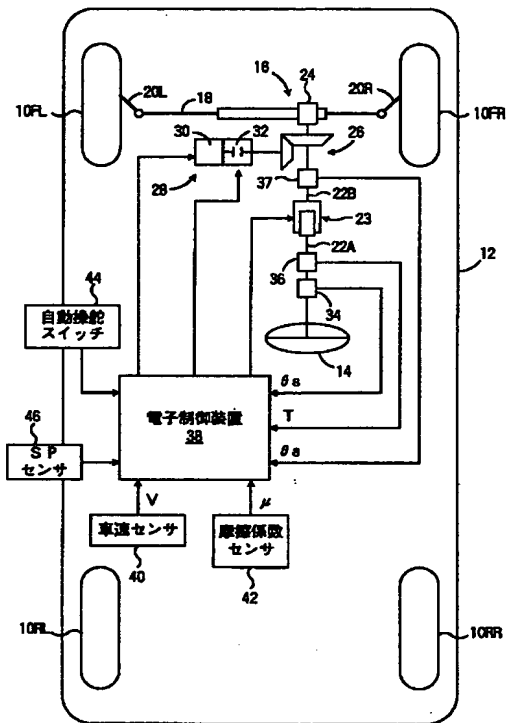
【図4】



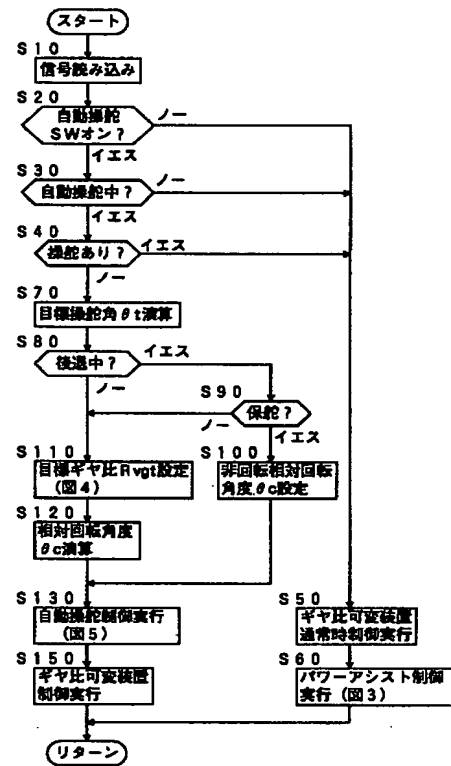
【図6】



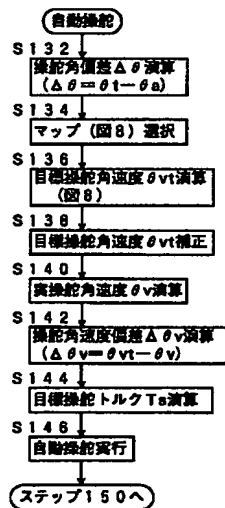
【図 1】



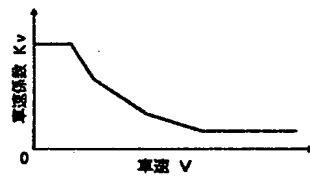
【図 2】



【図 5】



【図 7】



【図 8】

